



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS E ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**LARISSA DA SILVA SOARES**

**ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS  
VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS**

Porto Alegre

Novembro, 2021



**LARISSA DA SILVA SOARES**

**ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A  
APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIO DOS SINOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO APRESENTADO AO  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO  
SUL COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRA  
AMBIENTAL.

Orientador: Gean Paulo Michel

Coorientadora: Karolina Turcato

Porto Alegre

Novembro, 2021

### CIP - Catalogação na Publicação

SOARES, LARISSA  
ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE  
MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE  
REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS /  
LARISSA SOARES. -- 2021.  
103 f.  
Orientador: GEAN PAULO MICHEL.

Coorientadora: KAROLINA TURCATO.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto  
de Pesquisas Hidráulicas, Curso de Engenharia  
Ambiental, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. REVITALIZAÇÃO DE BACIAS. 2. ÍNDICE  
SOCIOAMBIENTAL. 3. PRIORIZAÇÃO. 4. RIO DOS SINOS. I.  
MICHEL, GEAN PAULO, orient. II. TURCATO, KAROLINA,  
coorient. III. Título.



LARISSA DA SILVA SOARES

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A  
APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
DOS SINOS

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul defendido e aprovado em 26 de novembro de 2021 pela Comissão avaliadora constituída pelos professores:

Banca Examinadora:

FERNANDO SETEMBRINO CRUZ MEIRELLES (IPH)

MÁRCIA DOS SANTOS RAMOS BERRETA (UERGS)

HENRIQUE PINHEIRO VEIGA (ANA)

Conceito: B



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais pelo amor, apoio e incentivo durante toda a vida. Sou privilegiada por estar rodeada de pessoas que desejam me ver crescer e que lutam por mim. Gostaria muito que vocês tivessem tido as mesmas oportunidades que eu, e espero um dia poder proporcionar o mesmo aos meus filhos.

Esse trabalho não seria possível sem o acesso à universidade pública gratuita e de qualidade. Dedico o meu esforço a todas as pessoas que contribuem para a manutenção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que atualmente está ultrapassando um período de desgaste e desvalorização que todos torcemos que acabe logo. A UFRGS não só representa o caminho para a titulação de Engenheira Ambiental, mas também representa a pluralidade, a diversidade e a democracia que todos deveríamos admirar.

Agradeço verdadeiramente aos militantes sociais que tanto lutarão por esse país e que me permitem hoje o estudo e a liberdade que exerço todos os dias. Aos programas governamentais que trouxeram possibilidades a quem só existia uma alternativa, aos tantos que, deram suas vidas para garantir que nós, a próxima geração, tivéssemos o direito de decidir o que seríamos ou deixaríamos de ser. Dedico especialmente aos resistentes a ditadura militar que permaneceram na luta, incansavelmente, para devolver o Brasil aos brasileiros.

Ao meu curso, agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a formação de memórias durante esses anos. Aos amigos que me acompanham desde o início que dividiram comigo todas as angústias e risadas. Ao coletivo que, me trouxe não só amigos, mas parceiros e confidentes para a vida. A minha eterna chefe que tanto me inspirou e me inspira como Engenheira, Mulher e agora Mãe. Santiago não entende ainda, mas ele entenderá quão forte tu és Elisa. A quem me orgulho de estar ao lado, no curso, no trabalho e na vida, minha amiga Lais. E a todos colegas da Água e Solo. Ao GPDEN que me proporcionou vivências acadêmicas, inspirações e ótimos amigos. Aos meus professores que tanto me ensinaram sobre o curso e a vida. Ao meu orientador Gean que contribuiu muito para a minha formação desde a entrada no Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais (GPDEN) e a minha coorientadora Karolina Turcato, que trouxe sua visão contextual da geografia e que tornou esse trabalho muito melhor do que poderia ser.

E por fim, ao meu namorado Rodrigo, que dividiu comigo os últimos anos mais intensos e confusos. Que esteve ao meu lado em todos os momentos e a quem devo carinho e amor por toda paciência e compreensão. Tornou a vida mais leve e com mais significado.

Obrigada, amo vocês!



## RESUMO

A intensa degradação do meio ambiente causada pelo modo extrativista de vida humana leva a necessidade de ações de revitalização, que buscam retornar a dinâmica natural dos ecossistemas em que vivemos. O Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas surge com o objetivo de colocar em prática atividades para melhorar a qualidade e quantidade das águas nas bacias hidrográficas com situação de vulnerabilidade, melhorar a situação dos ecossistemas aquáticos e reduzir os riscos associados aos eventos climáticos extremos. O primeiro passo para aplicação dessas ações é a definição dos locais que serão beneficiados com as intervenções. Para isso, este trabalho desenvolveu uma metodologia de priorização para os municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, o índice socioambiental. O índice considera em sua composição 4 critérios: Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais, Desastres Naturais, Desenvolvimento Socioeconômico e Saneamento. Cada critério é composto por diferentes parâmetros que foram identificados nas principais base de dados, sendo eles: Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais – número de propriedades registradas no CAR com menos de 4 módulos fiscais e registro de comunidades indígenas ou quilombolas do município; Desastres Naturais – ocorrência de desastres no município de 1991 a 2021 e vulnerabilidade da população; Saneamento – nível de esgotamento sanitário, abastecimento e tratamento de água e gestão dos resíduos sólidos; Desenvolvimento Socioeconômico – IDESE, PIB *per capita* e demanda hídrica por setor produtivo. Para determinar dos pesos de cada critério para composição do índice foi realizada uma consulta a especialistas a partir da metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que definiu os pesos de Saneamento com 50,8%, seguido por Desastres Naturais (18%), Desenvolvimento Socioeconômico (16,2%) e Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais (15%). A partir dos resultados, constatou-se que os municípios de Caraá, Riozinho, Três Coroas, Santo Antônio da Patrulha e Portão são os municípios prioritários, na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, para aplicação de ações do programa estadual de revitalização de bacias. Para os três municípios prioritários foi realizada uma entrevista com membros do setor ambiental das prefeituras municipais com o objetivo de introduzir o assunto programa de revitalização e investigar a existência de projetos e ações em andamento que poderiam ser alternativas para a melhoria dos aspectos deficitários apontados no índice socioambiental, evitando assim a desconexão entre futuras propostas do Programa de Revitalização e as ações já aplicadas pelos municípios. Notou-se que os municípios prioritários possuem grande número de pequenas propriedades rurais, assim poderiam ser implementados programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) com o objetivo de proteger os corpos hídricos, além de realizar capacitações sobre o uso eficiente da água, manejo adequado do solo e programas de educação ambiental focados na questão do gerenciamento dos resíduos sólidos. O índice serve não só como método de priorização, mas também expõe o diagnóstico atual dos municípios analisados, assim, são observadas limitações e oportunidades de melhorias tanto na gestão dos recursos hídricos quanto o controle e monitoramento dos dados. Ressalta-se que o contato direto com as prefeituras e organizações ambientais locais deve ser complementar a aplicação da metodologia, para que os aspectos locais, que normalmente não estão apresentados em dados disponíveis ao acesso público, sejam também considerados na definição das ações do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas.

Palavras-chave: revitalização, priorização, índice, socioambiental



## ABSTRACT

The intense degradation of the environment caused by the extractive way of life of man leads to the need for revitalization actions, which seek to return the natural dynamics of the ecosystems in which we live. The State Program for the Revitalization of Hydrographic Basins arises with the objective of putting into practice activities to improve the quality and quantity of water in vulnerable hydrographic basins, improve the situation of aquatic ecosystems and reduce the risks associated with extreme weather events. The first step in implementing these actions is definition the locations that will benefit from the interventions. For this, this study developed a prioritization methodology for the municipalities located in the Hydrographic Basin of the Rio dos Sinos, the so-called socio-environmental index. The index considers in its composition 4 criteria: Family Agriculture and Traditional Communities, Natural Disasters, Socioeconomic Development and Environmental Sanitation. Each criterion is composed of different parameters that were identified in the main database, namely: Natural Disasters – occurrence of disasters in the municipality from 1991 to 2021 and population vulnerability; Environmental Sanitation – level of sanitary sewage, water supply and treatment and solid waste management; Socioeconomic Development – IDESE, GDP *per capita* and water demand by productive sector; Family Agriculture and Traditional Communities – number of properties registered in the CAR with less than 4 fiscal modules and registration of indigenous communities or quilombolas in the municipality. To determine the weights of each criterion for the formation of the index, a consultation was carried out with specialists based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) methodology, which defined the weights of Environmental Sanitation at 50.8%, followed by Natural Disasters (18%), Socio-Economic Development (16, 2%) and Family Agriculture and Traditional Communities (15%). From the results, it was found that the municipalities of Caraá, Riozinho, Três Coroas, Santo Antônio da Patrulha and Portão are the priority municipalities in the Rio dos Sinos hydrographic basin, for the application of actions of the state basin revitalization program. For the three priority municipalities, an interview was carried out with members of the environmental sector of the municipal governments in order to introduce the subject of Revitalization Program and investigate the existence of projects and actions in progress that could be alternatives to improve the deficit aspects pointed out in the socio-environmental index, thus avoiding the disconnection between future proposals for the revitalization program and the actions already implemented by the municipalities. It was noted that the priority municipalities have many small rural properties, so Payments for Environmental Services (PES) programs could be implemented with the aim of protecting water bodies, in addition to carrying out training on the efficient use of water and proper management and environmental education programs focused on the issue of solid waste management. The index serves not only as a prioritization method, but also exposes the current diagnosis of the analyzed municipalities, thus, limitations and opportunities for improvement are observed both in the management of water resources and the control and monitoring of data. However, direct contact with city halls and local environmental organizations should complement the application of the methodology, so that local aspects, which are not normally presented in data available to public access, are also considered in the definition of the actions of the State Revitalization Program of the River Basins of Rio Grande do Sul.

.Key-words: revitalization, prioritization, index, social and environmental



## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Gestão de Águas (ANA,2020). .....	22
Figura 3.2 Serviços e desserviços prestados pelos agroecossistemas na paisagem rural.....	26
Figura 4.1 - Mapa de localização dos municípios na bacia hidrográfica do rio dos Sinos. ....	37
Figura 5.1 - Fluxograma da proposta de composição do índice socioambiental. ....	39
Figura 5.2 - Relação pesos e classes do índice.....	40
Figura 5.3 - Fluxograma da metodologia proposta. ....	48
Figura 6.1 - Grupos de especialistas da consulta. ....	50
Figura 6.2 – Peso dos critérios. ....	51
Figura 6.3 - Mapa do parâmetro ocorrência de desastres naturais. ....	55
Figura 6.4 - Mapa do parâmetro vulnerabilidade a desastres naturais. ....	56
Figura 6.5 - Mapa do critério desastres naturais. ....	57
Figura 6.6 - Mapa do parâmetro IDESE. ....	61
Figura 6.7 - Mapa do parâmetro PIB per capita.....	62
Figura 6.8 - Mapa do parâmetro demanda hídrica. ....	63
Figura 6.9 - Mapa do critério Desenvolvimento Socioeconômico.....	64
Figura 6.10 - Mapa do parâmetro Abastecimento de Água. ....	69
Figura 6.11 - Mapa do parâmetro Esgotamento Sanitário. ....	70
Figura 6.12 - Mapa do parâmetro Resíduos Sólidos. ....	71
Figura 6.13 - Mapa do critério Saneamento.....	72
Figura 6.14 - Mapa das propriedades cadastradas no CAR. ....	76
Figura 6.15 - Mapa da classe de situação da agricultura familiar. ....	77
Figura 6.16 - Mapa da existência de comunidades indígenas e quilombolas registradas, segundo IBGE (2019).....	78
Figura 6.17 – Mapa do critério Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais.....	79
Figura 6.18 - Índice Socioambiental. ....	82



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 3.1 - Indicadores utilizados em cada bloco do IDESE.....	29
Quadro 3.2 - Legislações relacionadas ao tema de gestão de recursos hídricos.....	31
Quadro 6.1 - Considerações sobre o município de Caraá.....	86
Quadro 6.2 - Considerações sobre o município de Riozinho.....	91
Quadro 6.3 - Considerações sobre o município de Três Coroas.....	94
Tabela 3.1 - Eventos de desastres naturais considerados no trabalho.....	28
Tabela 4.1 - Dados dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio dos Sinos.....	35
Tabela 5.1 - Indicadores utilizados para cálculo da vulnerabilidade.....	41
Tabela 6.1 - Resultados para o critério de desastres naturais.....	53
Tabela 6.2 – Resultado para o critério Desenvolvimento Socioeconômico.....	59
Tabela 6.3 – Resultado final critério Saneamento.....	67
Tabela 6.4 – Resultado para o critério agricultura familiar e comunidades tradicionais.....	74
Tabela 6.5 - Resultado do índice socioambiental.....	80



## LISTA DE SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
COMITESINOS	Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
COREDE	Conselhos Regionais de Desenvolvimento
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
DEE	Departamento de Economia e Estatística - RS
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDESE	Índice de Desenvolvimento Socioeconômico
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INEA	Instituto Estadual do Meio Ambiente - RJ
IRGA	Instituto Rio Grandense do Arroz
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
METROPLAN	Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
PIB	Produto Interno Bruto
PNPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNRBH	Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas
PPEA	Programa Permanente de Educação Ambiental



PRÓSINOS	Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RL	Reserva Legal
S2iD	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SINGERH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIOUT	Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSH	Secretaria Nacional de Segurança Hídrica



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	16
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3. REFERENCIAL CONCEITUAL.....</b>	<b>19</b>
3.1 CONCEITOS NORTEADORES.....	19
3.1.1 <i>Socio-hidrologia</i> .....	19
3.1.2 <i>Gestão integrada dos recursos hídricos</i> .....	20
3.1.3 <i>Revitalização de bacias</i> .....	23
3.1.4 <i>Serviços Ambientais ou Serviços Ecossistêmicos</i> .....	24
3.1.5 <i>Pagamento por Serviços Ambientais</i> .....	26
3.1.6 <i>Desastres Naturais</i> .....	27
3.1.7 <i>Indicadores Socioeconômicos</i> .....	28
3.1.8 <i>Saneamento</i> .....	29
3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	31
3.3 PROGRAMAS DE REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	32
3.3.1 <i>Programa Nacional de Revitalização de Bacias</i> .....	32
3.3.2 <i>Programa Estadual de Revitalização das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul</i> .....	33
<b>4. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>35</b>
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>38</b>
5.1 PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS .....	38
5.2 COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PROPOSTO .....	39
5.2.1 <i>Critérios utilizados</i> .....	39
5.2.1.1 <i>Desastres Naturais</i> .....	40
5.2.1.2 <i>Desenvolvimento Socioeconômico</i> .....	41
5.2.1.3 <i>Saneamento</i> .....	43
5.2.1.4 <i>Agricultura familiar e comunidades tradicionais</i> .....	44
5.2.2 <i>Definição das classes de situação</i> .....	46



5.2.3	<i>Distribuição de pesos</i> .....	46
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>49</b>
6.1	MÉTODO <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> (AHP).....	49
6.2	CRITÉRIOS .....	51
6.2.1	<i>Desastres Naturais</i> .....	51
6.2.2	<i>Desenvolvimento Socioeconômico</i> .....	58
6.2.3	<i>Saneamento</i> .....	65
6.2.4	<i>Agricultura familiar e comunidades tradicionais</i> .....	73
6.3	ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL .....	80
6.4	MUNICÍPIOS PRIORITÁRIOS.....	83
6.4.1	<i>CARAÁ</i> .....	83
6.4.2	<i>RIOZINHO</i> .....	88
6.4.3	<i>TRÊS COROAS</i> .....	93
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>95</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>97</b>



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os processos de crescimento populacional e urbanização não foram acompanhados de ações plenas de recuperação e proteção dos recursos naturais. A relação de dependência da humanidade perante a natureza se tornou cada vez mais exploratória e inconsequente, levando a ocorrência frequente de crises ambientais. Apesar dos desenvolvimentos tecnológicos, a sociedade continua por depender da natureza, sendo que, o grande problema da sociedade moderna, tecnológica e industrial foi perder o senso de necessidade. Na procura de romper com a dependência, a humanidade causou diversas interferências de forma desordenada, introduzindo elementos estranhos ou retirando elementos essenciais aos sistemas naturais, provocando impactos ambientais (MARIANO, 2011).

A degradação ambiental alcança níveis que demonstram insustentabilidade do modo de vida da sociedade capitalista, conforme relata Andrade *et al* (2011). Desmatamento para produção agropecuária em grande escala, altas demandas por água que causam escassez hídrica em diversas localidades do Brasil, lançamentos de esgotos domiciliares e industriais não tratados nos corpos hídricos que diminuem a disponibilidade de água em qualidade para o abastecimento humano e diversos usos, uso de tecnologias não renováveis e poluentes, e ocupação desordenada das cidades em locais propensos à ocorrência de desastres naturais, são alguns dos fatores que demonstram a necessidade da execução de ações de revitalização.

Revitalização de bacias hidrográficas é um conjunto de ações que têm o objetivo de adequar a gestão dos recursos hídricos à complexa interação com as diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais, a partir de atividades de conservação de solos, convivência com a diversidade climática, monitoramento de qualidade e quantidade da água, gestão dos resíduos sólidos, despoluição da água, recomposição de matas ciliares, educação ambiental e criação e manejo de unidades de conservação e preservação da biodiversidade (MACHADO, 2008).

Surge, então, o Programa Estadual de Revitalização das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul (SEMA, 2020), que tem como objetivo trazer melhorias para a



quantidade e qualidade das águas nas bacias, e para isso propõe a aplicação de diversas ações que atuam em diferentes frentes para alcançar o objetivo central: segurança hídrica através da minimização de impactos antrópicos nas bacias hidrográficas. Considerando que o Rio Grande do Sul possui 25 bacias hidrográficas, com suas particularidades, ocupando mais de 281 mil km<sup>2</sup>, é necessário realizar uma priorização das áreas críticas pelas quais deveriam iniciar os projetos.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Dada a necessidade de realizar uma priorização para aplicação das ações do Programa de Revitalização, surgiu a ideia de atentar a análise para a interação humanidade-natureza, aplicando conceitos e princípios relacionados à socio-hidrologia, que é a ciência que estuda a relação entre aspectos sociais e ambientais, avaliando a dinâmica e a coevolução do sistema humanidade-água (SILVAPALAN *et al*, 2012).

Assim, esse trabalho propõe uma metodologia de priorização dos municípios localizados na bacia hidrográfica do rio dos Sinos através do índice socioambiental, que é composto por 4 critérios: Saneamento, Desastres Naturais, Desenvolvimento Socioeconômico, e Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais. Este trabalho foi construído com constante consulta aos gestores do Programa Estadual de Revitalização das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul (SEMA) e aos membros do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (COMITESINOS), para assim tornar a ferramenta aplicável para a gestão do Programa.

A criação do índice teve o objetivo de hierarquizar os municípios a partir de critérios técnicos como subsídio para tomada de decisões com relação a gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. O índice traz dados numéricos para evitar que a determinação da execução das ações seja pautada por aspectos subjetivos.

Cabe ressaltar que para priorização global das bacias hidrográficas do RS é necessário que outros tópicos sejam analisados. A priorização deve atentar por exemplo, para três diferentes blocos: ambiental, institucional e social. A esfera ambiental analisa a degradação física das bacias hidrográficas como desmatamento e comprometimento hídrico, a esfera institucional observa o nível de organização dos comitês e órgãos de cada município para avaliar o compromisso em cumprir e dar seguimento às ações propostas.

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS	Larissa Soares, IPH/UFRGS 2021	15
---	-----------------------------------	----



E por fim, a esfera social têm o objetivo de analisar as relações sociais e socioeconômicas da humanidade com os recursos naturais. O índice socioambiental proposto contribui para a priorização e deve ser somado às análises dos demais tópicos relacionados ao processo de revitalização das bacias hidrográficas.

Esta metodologia proposta pode ser aperfeiçoada e modificada para aplicação em outras bacias hidrográficas do RS. A escolha pela Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos surgiu da determinação do Programa Estadual de Revitalização das Bacias Hidrográficas que considerou tanto a bacia do rio dos Sinos quanto a bacia do rio Gravataí como bacias piloto para aplicação das ações do programa, além da maior disponibilidade de dados dessa unidade.

A partir dos resultados foi possível a criação do ranqueamento dos municípios mais críticos localizados na bacia hidrográfica do rio dos Sinos. A análise final foi direcionada para os 3 municípios com maior criticidade, menor valor de índice socioambiental, avaliando a existência de ações e projetos que já busquem melhorar as deficiências encontradas pelo índice, assim como, indicar quais outras novas ações e projetos poderiam ser implantados. Essa análise, contou com o contato direto com os gestores municipais e organizações existentes para realizar uma busca local por iniciativas. Assim, o Programa de Revitalização de bacias poderá focar os esforços diretamente nos municípios mais críticos e nas ações que poderiam ser mais eficientes para a melhoria da gestão dos recursos hídricos.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Nesse item é apresentada a organização do documento, destacando os principais tópicos discutidos em cada capítulo com o objetivo de antecipar ao leitor o desenvolvimento do trabalho.

#### **Capítulo 1 – Introdução**

Contextualização do tema abordado, justificativa para o desenvolvimento da metodologia de priorização e organização do trabalho.

#### **Capítulo 2 – Objetivos**

Apresentação do objetivo geral e objetivos específicos do trabalho.

#### **Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica**



Conceitos norteadores, legislação ambiental relacionada ao tema e resumo dos programas de revitalização estadual e federal.

#### **Capítulo 4 – Área de Estudo**

Apresentação da bacia hidrográfica do rio dos Sinos.

#### **Capítulo 5 – Metodologia**

Contextualização da priorização dos municípios, composição do índice socioambiental com os critérios utilizados, definição das classes de situação e distribuição dos pesos com apresentação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

#### **Capítulo 6 – Resultados e discussões**

Resultados da consulta à especialistas com o método AHP, resultados para cada critério, índice socioambiental final para cada município, detalhamento dos 3 municípios mais prioritários (Caraá, Riozinho e Três Coroas) com entrevista aos órgãos ambientais municipais.

#### **Capítulo 7 – Considerações Finais**

Conclusões obtidas com os resultados gerados para o índice socioambiental.

#### **Capítulo 8 – Referências Bibliográficas**

Lista de todas as referências utilizadas para realização do trabalho.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Proposta de construção e aplicação de índice socioambiental que represente a situação dos municípios localizados na bacia do Rio dos Sinos para priorização na aplicação de ações de revitalização de bacias hidrográficas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o diagnóstico dos municípios localizados na bacia do rio dos Sinos nos critérios Desastres Naturais, Saneamento, Desenvolvimento Socioeconômico e Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais;
- Servir de subsídio para a priorização das ações do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas;
- Localizar projetos e ações já em andamento ou que poderiam ser implantadas nos municípios mais críticos.



### 3. REFERENCIAL CONCEITUAL

Nesse item serão apresentados os principais conceitos e termos relacionados ao desenvolvimento do trabalho, além das legislações em vigor relacionadas ao tema. Também será apresentado um panorama geral dos programas de revitalização federal e estadual, que visam à revitalização das bacias hidrográficas e serviram como base para a elaboração deste trabalho.

#### 3.1 CONCEITOS NORTEADORES

##### 3.1.1 Socio-hidrologia

A socio-hidrologia é uma nova ciência que tem como objetivo entender a dinâmica e a coevolução dos sistemas acoplados humanidade-água. Graças as mudanças dramáticas na paisagem, não é possível realizar a previsão da dinâmica do ciclo da água sem incluir as interações e feedbacks com os sistemas antrópicos, a humanidade na socio-hidrologia é considerado parte integrante do ciclo da água (SILVAPALAN *et al*, 2012).

Segundo Wagener *et al* (2010), existe a necessidade urgente da hidrologia se adaptar e evoluir para entender os desafios científicos e práticos emergentes na realidade impermanente. A hidrologia não deve apenas estudar as complexidades dos processos que ocorrem sem perturbações ou sob condições idealizadas, que são exceção no mundo real, já que quase todos os corpos hídricos são afetados pelas pessoas de uma forma ou de outra. A socio-hidrologia, a partir de sua interdisciplinaridade, pode apoiar a gestão sustentável da água.

Diversos aspectos da interação humanidade-água podem ser avaliados na socio-hidrologia, como o consumo da água para produção de alimentos, energia e abastecimento humano, poluição de rios, intervenções políticas, dinâmica dos mercados e tecnologias (SILVAPALAN *et al*, 2012). O estudo envolve os resultados dos processos de gestão e governança da água, sucessos e falhas, para avaliar uma ampla gama de fenômenos que surgem em diferentes lugares do mundo e em diferentes contextos (DI BALDASSARE *et al*, 2019).

Segundo Vanelli *et al* (2021), existe complexidade nas interações bidirecionais entre a sociedade e a água que necessita de um entendimento mais integrativo. A partir da interdisciplinaridade da socio-hidrologia envolvendo ciências naturais e sociais, é



possível superar o pensamento dicotômico e compreender as interações mútuas entre os fatores ambientais e sociais.

### 3.1.2 Gestão integrada dos recursos hídricos

A complexa interação entre a água e as atividades humanas vem intensificando as discussões relacionadas a preocupações de escassez e qualidade. No Brasil, em primeiro momento, a água foi tratada no âmbito sanitário, depois como recurso natural e recentemente como um recurso finito em parte renovável. Graças a evolução dos processos produtivos ocorreu a intensificação dos conflitos de usuários da água. (CASTRO, 2015).

Com relação à disponibilidade hídrica, mesmo no Brasil com grande quantidade de água disponível, a distribuição no território nacional é desigual, cerca de 80% da água superficial do país se concentra na região Amazônica, levando a problemas de acesso ao recurso em outros locais como a região nordeste. Soma-se a isso as questões de poluição dos corpos hídricos e o desperdício do recurso, além do precário sistema de saneamento básico (ANA, 2020). Todos esses fatores levam à necessidade de uma eficiente gestão integrada dos recursos hídricos. A **Figura 3.1**, do Relatório de Conjuntura da ANA de 2020, apresenta a complexidade envolvida no sistema de gestão da água.

Segundo a Lei Federal nº 9.433/1997, Lei das Águas, a gestão integrada de recursos hídricos deve integrar valores econômicos, sociais, ambientais e culturais na gestão das águas superficiais e subterrâneas, no âmbito qualitativo e quantitativo, considerando a existência da diversidade geográfica e socioeconômica das diferentes regiões do País. Além disso, está previsto na Lei das Águas, que a gestão dos recursos hídricos seja realizada de forma descentralizada, integrada e participativa, ou seja, todas as decisões relacionadas ao tema devem envolver todos os setores usuários do recurso. Assim, se faz necessária a criação de órgãos que promovam os debates dos assuntos relacionados à gestão hídrica e representem a diversidade dos interesses na definição das decisões, logo, surgem os comitês de bacias e as agências de bacias, regulamentados pela Lei Federal nº 10.350/1994.

Segundo Rogers *et al* (2003), a gestão integrada de recursos hídricos deve ser um processo que promove a gestão de forma coordenada com outros recursos relacionados, visando melhorar as questões econômicas e o bem-estar social, sem haver



comprometimento dos ecossistemas, de forma equilibrada. As políticas públicas na gestão hídrica devem ter como objetivo principal a proteção da coletividade e a previsão dos riscos de contaminação e alta exploração dos recursos hídricos, sendo necessário realizar escolhas que busquem administrar os conflitos e posições antagônicas de setores economicamente ativos e possíveis influências do meio político (VELRET, 2007).

Segundo Silva Júnior e Coelho (2005), o maior desafio encontrado na aplicação de políticas ambientais públicas no Brasil é a necessidade de existir corresponsabilidade e parceria, com discussões conduzidas pelo diálogo, convencimento e conscientização da sociedade buscando uma gestão otimizada e eficiente dos recursos naturais. A má gestão dos recursos hídricos pode acarretar situações de vulnerabilidade socioambiental e até mesmo a indisponibilidade dos recursos hídricos.



Figura 3.1 Gestão de Águas (ANA,2020).



### 3.1.3 Revitalização de bacias

Bacia hidrográfica representa toda a área territorial de captação natural da água da chuva que escoar para o corpo d'água, tendo como divisor de águas o relevo que é a característica principal que define os limites das bacias hidrográficas. A nomenclatura das bacias hidrográficas origina-se do corpo hídrico principal da bacia. O estado do Rio Grande do Sul é subdividido em 25 bacias hidrográficas (SEMA, 2020).

Segundo a Lei Federal nº 9.433/1997, bacia hidrográfica é a unidade territorial adotada para fins de planejamento da gestão hídrica do Brasil. Nessa delimitação do território, é possível analisar de forma sistêmica elementos, fatores e suas respectivas relações ambientais, sociais e econômicas de acordo com as demandas e ofertas existentes na área de estudo (CARVALHO, 2020). As bacias são foco das avaliações como compartimentos geográficos coerentes para o planejamento do uso e ocupação das áreas rurais e urbanas, visando o desenvolvimento sustentado compatibilizando as atividades econômicas e a qualidade ambiental (CASTRO, 2005).

O uso intensivo e extensivo do solo e dos recursos hídricos na busca pelo desenvolvimento econômico têm comprometido os ecossistemas podendo causar mudanças no microclima, extinção de espécies, contaminação dos rios e aquíferos, e até mesmo o empobrecimento do solo (MORAIS et al., 2019). Todos esses fatores alteram a qualidade de água e comprometem os serviços ecossistêmicos (CUNHA et al., 2016).

Assim, são necessárias medidas de gestão através de programas e ações que busquem a recuperação desses ambientes degradados para que haja manutenção da qualidade ambiental das bacias hidrográficas. Uma das medidas é a revitalização de bacias hidrográficas, que consiste no conjunto de ações realizadas no âmbito da bacia, objetivando a recuperação, conservação ou preservação do ambiente, restabelecendo a vida e garantindo melhoria na qualidade e quantidade de água disponível na bacia (MACHADO, 2008). Um dos objetivos da revitalização de bacias é garantir a segurança hídrica na interface com a conservação da biodiversidade, saneamento e produção de alimentos (BARROS et al., 2018). O objetivo da revitalização é alcançado pelo aumento da quantidade de água disponível e da melhoria da qualidade da água na bacia hidrográfica de estudo (MACHADO, 2008). Esse é o conceito que será utilizado como base para este trabalho.



### 3.1.4 Serviços Ambientais ou Serviços Ecosistêmicos

Serviços Ambientais podem ser utilizados como possíveis ações de intervenção do Programa de Revitalização de bacias e serão incluídos na análise do trabalho como alternativas para implantação de melhorias aos municípios considerados prioritários. Justificando, assim, a necessidade de contextualização de conceitos e termos relacionados ao tema.

Existem muitas definições para o termo serviços ambientais, podendo também ser identificado como serviços ecossistêmicos ou serviços ecológicos. A definição de serviços ambientais é mais focada nos benefícios percebidos pelos seres humanos, enquanto a definição de serviços ecossistêmicos está relacionada aos processos naturais. Porém, é comumente visto na literatura ambos os termos utilizados com o mesmo significado (HERCOWITZ, 2009).

A definição mais utilizada é a firmada pelas Nações Unidas na Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2009), que diz:

Serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Entre eles se incluem serviços de provisões como, por exemplo, alimentos e água, serviços de regulação como controle de enchentes e de pragas, serviços de suporte como o ciclo de nutrientes que mantém as condições para a vida na Terra, e serviços culturais como espirituais, recreativos e benefícios culturais.

Segundo Muradian *et. al* (2010), os serviços ecossistêmicos são os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas, já o serviço ambiental seria o resultado das intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas, como o manejo conservacionista do solo, da água, restauração florestal, entre outros. Neste trabalho, a nomenclatura utilizada seguirá como base o previsto na Lei nº 14.119/2021 que utiliza a seguinte definição:

I - **Serviços ecossistêmicos**: benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, relacionados a manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, subdividido em:

a) serviços de provisão: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;



b) serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;

c) serviços de regulação: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;

d) serviços culturais: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros.

III - **Serviços ambientais:** Atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos.

A **Figura 3.2** apresenta um exemplo das relações de serviços ecossistêmicos e resultados gerados, a nível de um agrossistema usando como foco de análise a bacia hidrográfica e as propriedades rurais.

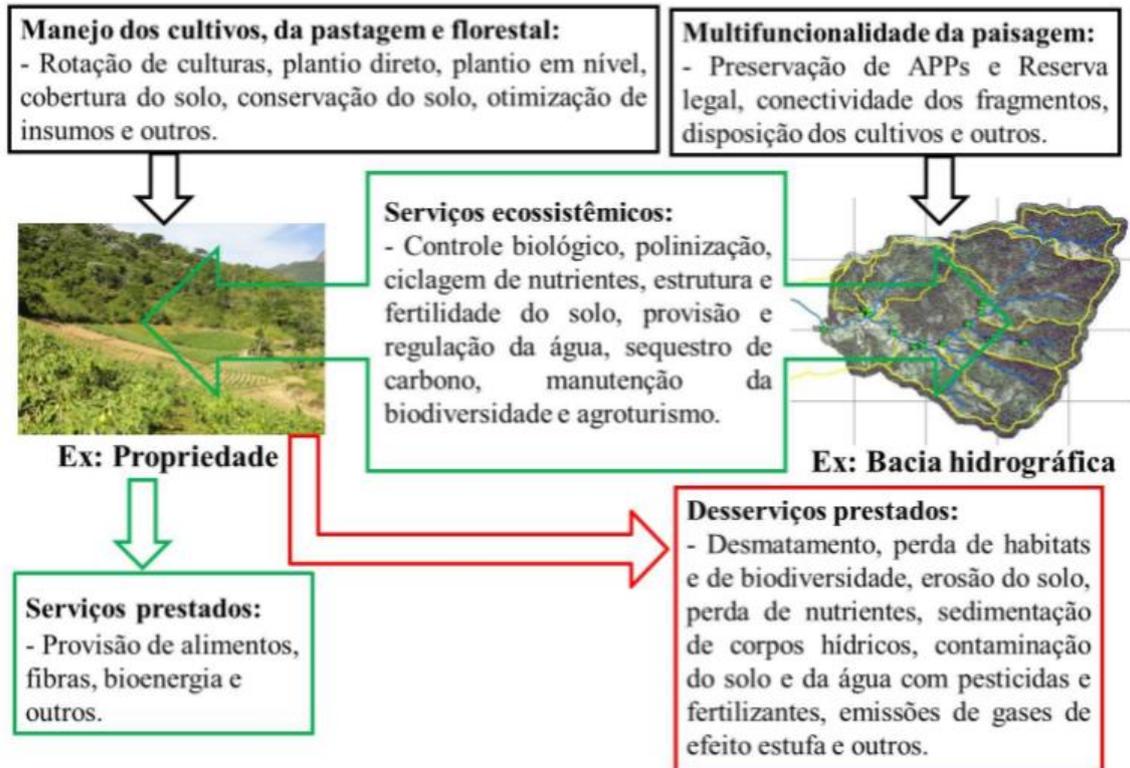


Figura 3.2 Serviços e desserviços prestados pelos agroecossistemas na paisagem rural. (EMBRAPA, 2019)

### 3.1.5 Pagamento por Serviços Ambientais

A Lei nº14.119/2021 que define conceitos, objetivos, ações e critérios para implantação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), define Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) da seguinte forma:

Transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes.

Segundo Zilbermman *et al* (2006), o PSA é uma política recente e inovadora que tem avançado muito, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Os provedores dos serviços são compensados pelos custos de oportunidade associados à restrição de uso dos recursos naturais, o que leva ao incentivo às comunidades locais e produtores, que apresentam condições eficientes de proteger e preservar os recursos agindo localmente (VEIGA NETO, 2006).

O Pagamento por Serviços Ambientais pode representar uma alternativa mais econômica para a conservação dos recursos naturais, já que prevenir o dano ambiental é mais vantajoso financeiramente do que remediá-lo. O provedor do serviço ambiental,



personalizado muitas vezes pelos produtores rurais, encontra estímulo no pagamento financeiro para mudar o seu comportamento com relação a questões ambientais, buscando garantir o equilíbrio necessário para a existência de um ecossistema sustentável. Esse personagem, deve ser considerado ao longo de todo o processo do PSA incluindo a iniciativa de participação voluntária assim como as ações de execução e manutenção, visando tornar o provedor peça-chave para o bom desenvolvimento das atividades (JARDIM; BURSZTYN, 2015).

### 3.1.6 Desastres Naturais

O Glossário da Defesa Civil Nacional define desastre como o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pela humanidade, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1998).

Segundo Freitas *et al.* (2014), o desastre advém da combinação de quatro fatores principais: a ocorrência da ameaça natural, a existência de uma população exposta ao evento, condição de vulnerabilidade social e ambiental desta população e inexistência de medidas suficientes para reduzir os potenciais riscos e danos. Sendo assim, o desastre envolve aspectos naturais e sociais.

De acordo com a classificação da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), os desastres naturais são divididos em 4 principais grupos, sendo eles:

- Geológico: Terremoto, erupção vulcânica, movimento de massa e erosão;
- Hidrológico: Inundações, enxurradas e alagamentos;
- Meteorológico: Ciclones, frentes frias, tempestades, ondas de calor e ondas de frio; e
- Climatológico: Seca, estiagem, incêndio florestal e baixa umidade do ar.

Dentre as tipologias relacionadas a cada classificação do grupo de desastre natural, a **Tabela 3.1** a seguir apresenta a descrição dos principais eventos que serão analisados ao longo do trabalho. A escolha desses determinados tipos de desastres naturais ocorreu



pela a predominância dos eventos registrados dentro da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, dando destaque aos fatores locais.

Tabela 3.1 - Eventos de desastres naturais considerados no trabalho.

Evento	Descrição
<b>Estiagem</b>	Período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição.
<b>Enxurradas</b>	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.
<b>Inundação</b>	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.
<b>Alagamento</b>	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.
<b>Movimento de massa</b>	Esses movimentos estão associados a deslocamentos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição. Podendo ser quedas, tombamentos e rolamentos, deslizamentos, corridas de massas, subsidências e colapsos.

Fonte: Adaptado COBRADE,2021.

### 3.1.7 Indicadores Socioeconômicos

Os indicadores socioeconômicos têm extrema importância para a economia, para o meio acadêmico, para o planejamento público e empresarial. Para os governos e a sociedade civil, o indicador é utilizado para acompanhar a realidade social e visualizar possíveis melhorias de políticas públicas. Para o meio acadêmico o indicador une os modelos e teorias sociais à evidência empírica (JANNUZZI, 2004).

Segundo Siedenberg (2003), os indicadores socioeconômicos podem ter função informativa, avaliativa, normativa ou decisória, já que servem como base para implementação de objetivos, metas e estratégias. Os principais objetivos dos indicadores são:

- Diagnosticar as condições de desenvolvimento social ou setorial;
- Propiciar informações sobre problemas sociais ou crises potenciais;
- Subsidiar planos e decisões políticas;



- Avaliar metas e estratégias globais/setoriais.

Para composição do índice socioambiental um dos critérios é o desenvolvimento socioeconômico, que considera para análise dois indicadores socioeconômicos, o Índice de Desenvolvimento Socioeconômico do estado do Rio Grande do Sul (IDESE) e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita.

Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2020), o IDESE é um índice que tem como objetivo medir o grau de desenvolvimento dos municípios do Rio Grande do Sul, sendo composto por três blocos: Educação, Renda e Saúde. Os valores variam de 0 a 1, sendo 1 desenvolvimento total, e 0 nenhum desenvolvimento, considera-se a classificação do índice em alto (acima de 0,800), médio (entre 0,500 e 0,799) e baixo (menor de 0,499). O **Quadro 3.1** apresenta os indicadores utilizados para a composição de cada um dos três blocos do IDESE.

Quadro 3.1 - Indicadores utilizados em cada bloco do IDESE.

BLOCO	Indicador
Educação	Taxa de matrícula na pré-escola
	Nota da Prova Brasil 5º e 9º ano do ensino fundamental
	Taxa de matrícula no Ensino Médio
	Percentual da população adulta com pelo menos ensino fundamental completo
Renda	Apropriação de renda
	Geração de renda
Saúde	Taxa de mortalidade menores de 5 anos
	Número de consultas pré-natal por nascidos vivos
	Taxa de mortalidade por causas evitáveis
	Proporção de óbitos por causas mal definidas
	Taxa bruta de mortalidade padronizada

Fonte: Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul (2020)

Já o PIB per capita é o Produto Interno Bruto do município dividido pelo número de habitantes. Segundo IBGE (2020), o Rio Grande do Sul possui o 5º maior PIB per capita do Brasil.

### 3.1.8 Saneamento

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico da humanidade, que exercem ou podem exercer efeitos



nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental.

A ação de saneamento é essencial à vida humana e à proteção ambiental sendo executada de forma coletiva como uma meta social, na qual os indivíduos, a comunidade e o Estado possuem deveres a serem cumpridos. Por outro lado, a promoção dessas ações está mais compatível com políticas públicas e sociais que visam o direito do cidadão em ter acesso ao saneamento, ou seja, é dever do Estado promover e melhorar a gestão do saneamento dos municípios e estados (BORJA, 2004).

No âmbito deste trabalho serão analisados três indicadores do saneamento, o abastecimento de água, esgotamento sanitário e a gestão dos resíduos sólidos. Para obtenção desses indicadores, a plataforma no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) se torna indispensável. O SNIS desenvolvido pela Secretaria Nacional de Saneamento, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, reúne informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade dos serviços de Água e Esgotos desde 1995, e Manejo de Resíduos Sólidos desde 2002. Segundo relatório de diagnóstico de 2019, os principais objetivos do SNIS são:

- Planejamento e execução de políticas públicas;
- Orientação da aplicação de recursos;
- Conhecimento e avaliação do setor saneamento;
- Avaliação de desempenho dos serviços;
- Aperfeiçoamento da gestão;
- Orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e
- Exercício do controle social.

Todas as informações contidas no SNIS são fornecidas pelos prestadores de serviços compostos por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e, em muitos casos, pelas próprias prefeituras, por meio de suas secretarias ou departamentos. O SNIS solicita o fornecimento das informações para todos os municípios do Brasil através de um ofício. O preenchimento dos dados é feito a partir de uma plataforma chamada SNISWeb, na qual cada prestador cadastra uma pessoa que



será encarregada de enviar as informações. O levantamento é realizado anualmente e tem se tornado cada vez mais importante para a gestão do saneamento no Brasil (SNIS, 2019).

### 3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A legislação ambiental surge com o objetivo de disciplinar o uso dos recursos naturais quando se percebe que os imaginados recursos ilimitados começam a ser escassos para as múltiplas demandas. A legislação pode ser considerada o principal meio para proteção e conservação do meio ambiente, exigindo que as pessoas cumpram certos deveres e obrigações sendo passíveis de punições caso contrário (BORGES, 2009).

O **Quadro 3.2** apresenta as principais legislações relacionadas ao tema do trabalho, gestão de recursos hídricos.

Quadro 3.2 - Legislações relacionadas ao tema de gestão de recursos hídricos.

Legislação	Nível	Data	Definição
<b>Código das águas (Decreto nº 24.643)</b>	Nacional	1934	Determina a proteção das águas.
<b>Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938 – 1981)</b>	Nacional	1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras providências.
<b>Constituição do Brasil</b>	Nacional	1988	Domínio das águas, seu aproveitamento e competências legislativas e administrativas das três esferas do poder
<b>Lei nº 10.350</b>	Estadual	1994	Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.
<b>Lei das Águas (Lei nº 9.433)</b>	Nacional	1997	Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, define infrações e penalidades e cria o SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
<b>Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605 – 1998)</b>	Nacional	1998	Trata das questões penais e administrativas no que diz respeito às ações nocivas ao meio ambiente, concedendo aos órgãos ambientais mecanismos para punição de infratores, como em caso de crimes ambientais praticados por organizações.
<b>Lei nº 9.795</b>	Nacional	1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
<b>Lei nº 9.984</b>	Nacional	2000	Cria e regulamenta a Agência Nacional das Águas (ANA). Ela é a entidade responsável pela
ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS			Larissa Soares, IPH/UFRGS 2021
			31

Legislação	Nível	Data	Definição
			implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e pelo gerenciamento do SINGERH. Em 2020, a Agência Nacional de Águas passou a se chamar Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, mantendo a sigla.
<b>Lei nº 11.445</b>	Nacional	2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico
<b>Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651 – 2012)</b>	Nacional	2012	Dispõe sobre a preservação da vegetação nativa e revoga o Código Florestal Brasileiro de 1965, determinando a responsabilidade do proprietário de ambientes protegidos, entre a Área de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL), em preservar e proteger todos os ecossistemas.
<b>LEI Nº 14.119</b>	Nacional	2021	Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais

Fonte: Elaboração própria, 2021.

### 3.3 PROGRAMAS DE REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

#### 3.3.1 Programa Nacional de Revitalização de Bacias

Em 2020, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) iniciou o processo de elaboração do documento base para o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH). O Programa está associado à pasta de Segurança Hídrica do Ministério, tendo como objetivo formular diretrizes e estratégias e viabilizar ações integradas de preservação, conservação e recuperação das bacias hidrográficas, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria de condições socioambientais e o aumento da disponibilidade hídrica, tanto em quantidade quanto em qualidade. Esse programa visa conservar e recuperar os rios brasileiros em situação de vulnerabilidade ambiental através de uma gestão de recursos hídricos sistêmica, integrada e descentralizada (MDR,2020).

Como projeto piloto iniciou-se em 2019 o Programa Juntos pelo Araguaia que compõe o PNRBH. As atividades estão sendo desenvolvidas nas áreas de recarga de aquíferos e nas cabeceiras do Rio Araguaia. As ações incluirão recomposição florestal e



conservação da água e do solo, levando benefícios para a população e os produtores rurais ao longo da bacia, já que as ações contribuirão para a melhoria da segurança hídrica e consequente sustentabilidade do sistema de abastecimento humano e produção agropecuária.

Recentemente, em meados de 2021, foi lançada consulta a especialistas para a finalização do documento base para o PNRBH com o objetivo de identificar e definir as áreas prioritárias para revitalização das bacias hidrográficas. Foram consultados especialistas dos poderes federais, estaduais e municipais, membros dos comitês de bacias hidrográficas, professores universitários, usuários de recursos hídricos, além de organizações não governamentais relacionadas à área de atuação do programa.

### 3.3.2 Programa Estadual de Revitalização das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul

Em novembro de 2020 foi apresentado o Projeto Detalhado\* do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul como proposta para convênio firmado entre a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Essa proposta tem como objetivo desenvolver ações para melhorar a qualidade e quantidade das águas nas bacias hidrográficas em situação de vulnerabilidade, melhorar a situação dos ecossistemas aquáticos e reduzir os riscos associados aos eventos climáticos extremos. O programa prevê a integração entre a sociedade e os entes públicos destacando os comitês de bacias como principais articuladores para a execução das ações, incluindo também contribuições de outras secretarias do estado, Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN, Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER RS, Instituto Riograndense do Arroz – IRGA, entre outros (SEMA, 2020).

O programa prevê como bacias piloto as bacias do Rio Gravataí e do Rio dos Sinos, nas quais serão aplicadas as primeiras ações como forma de testagem para a replicação nas demais bacias do Estado. As ações desenvolvidas no programa seguirão as proposições do Manual de Apresentação de Propostas aos Programas da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH, 2019) e a Portaria Interministerial nº 424/2016 (BRASIL, 2016), sendo elas ações de recuperação de Área de Preservação Permanente

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS	Larissa Soares, IPH/UFRGS 2021	33
---	-----------------------------------	----



(APP), recomposição de cobertura vegetal, elaboração de diagnósticos ambientais, recuperação e controle de processos erosivos e de áreas degradadas, conservação e recuperação de áreas de recarga de aquíferos, adequação de atividades produtivas, conservação da biodiversidade, promoção da educação ambiental, mobilização e capacitação.

---

\*O projeto detalhado é um dos documentos do Convênio firmado entre SEMA RS e MDR e pode encontrado na Plataforma Mais Brasil conforme link de acesso:

[https://voluntarias.plataformamaisbrasil.gov.br/voluntarias/\\_proposta/Requisitos/listarRequisitosDocumentos.jsf](https://voluntarias.plataformamaisbrasil.gov.br/voluntarias/_proposta/Requisitos/listarRequisitosDocumentos.jsf)



#### 4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho é a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, localizada na região leste do Estado do Rio Grande do Sul, ocupando área de 3.694 km<sup>2</sup> com população estimada de 1.447.678 habitantes. A bacia é composta por 30 municípios, parcial ou integralmente inseridos em sua delimitação, e é responsável por cerca de 21% do PIB do estado do RS. Os municípios mais populosos são Canoas, Gravataí, Novo Hamburgo e São Leopoldo. A **Tabela 4.1** apresenta os municípios que compõem a bacia e a **Figura 4.1** apresenta a distribuição espacial dos mesmos.

O Rio dos Sinos é o principal curso d'água da bacia, tendo um total de cerca de 190 km de extensão, com sua nascente no município de Caraá e a foz no município de Canoas. Considerado um dos principais rios do RS, em conjunto com outros sete rios, forma a Região Hidrográfica do Guaíba. Os principais corpos de água da bacia hidrográfica são os rios Rolante, da Ilha, Paranhana e o Sinos, sendo os três primeiros afluentes do Sinos (SEMA, 2018).

Tabela 4.1 - Dados dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio dos Sinos.

Municípios	População	Área total do município (Km <sup>2</sup> )	Área do Município dentro da bacia (%)
Araricá	4.864	35,97	99,23
Cachoeirinha	118.278	41,56	16,01
Campo Bom	60.074	57,75	99,68
Canela	39.229	251,21	59,22
Canoas	323.827	128,20	57,85
Capela de Santana	11.612	188,79	2,18
Caraá	7.312	299,61	100,00
Dois Irmãos	27.572	71,42	8,87
Estância Velha	42.574	51,75	94,47
Esteio	80.755	27,02	100,00
Gramado	32.273	242,45	32,05
Gravataí	255.660	461,56	13,99
Igrejinha	31.660	140,95	93,55
Ivoti	19.874	63,81	4,98
Nova Hartz	18.346	64,46	98,59
Nova Santa Rita	22.716	216,80	42,88
Novo Hamburgo	238.940	225,28	100,00
Osório	40.906	661,59	4,53
Parobé	51.502	106,92	100,00
Portão	30.920	155,15	86,30
Riozinho	4.330	236,34	100,00
Rolante	19.485	262,84	100,00



Municípios	População	Área total do município (Km <sup>2</sup> )	Área do Município dentro da bacia (%)
<b>Santo Antônio da Patrulha</b>	39.685	1.076,70	32,29
<b>São Francisco de Paula</b>	20.537	3.342,74	11,59
<b>São Leopoldo</b>	214.087	102,02	100,00
<b>São Sebastião do Caí</b>	21.932	110,25	4,15
<b>Sapiranga</b>	74.985	137,75	60,29
<b>Sapuçaia do Sul</b>	130.957	64,51	100,00
<b>Taquara</b>	54.643	446,71	92,52
<b>Três Coroas</b>	23.848	162,19	94,54

Fonte: Elaboração própria, 2021.

A ocupação desordenada e intensiva e as constantes intervenções humanas contribuem para a contaminação frequente dos corpos hídricos, bem como a degradação da flora e fauna da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Vários eventos de desastres provocados pela alta poluição foram registrados, como a mortandade de mais de 85 toneladas de peixes do rio dos Sinos, no ano de 2006. A alta demanda hídrica para abastecimento público, irrigação e abastecimento industrial, a baixa qualidade das águas gerada pela contaminação das indústrias alocadas nas margens dos rios e a degradação e ocupação indevida de locais de proteção ambiental são alguns dos problemas recorrentes na bacia, que podem gerar conflitos de usos. Segundo Silva (2019), com relação aos principais conflitos de usos registrados na bacia, destaca-se:

- Disputa pela disponibilidade hídrica entre o plantio de arroz irrigado por inundação, a montante de Campo Bom e o uso das águas do Sinos para abastecimento humano, principalmente nas cidades mais populosas;
- Disputa pela disponibilidade hídrica na estação do verão graças ao aumento da demanda hídrica para abastecimento e uso agrícola, causado pela falta de capacidade do sistema de captação, tratamento e distribuição de água levando a racionamentos;
- O conflito dos usos é ainda mais intensificado graças a alta poluição causada nos corpos hídricos pelo lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais clandestinos;
- Período de migração dos peixes do rio Jacuí ao rio dos Sinos é no período de seca, ou seja, a disponibilidade para os peixes é baixa e com pouca qualidade;
- Falta de capacidade de armazenamento de água na bacia para períodos de seca;

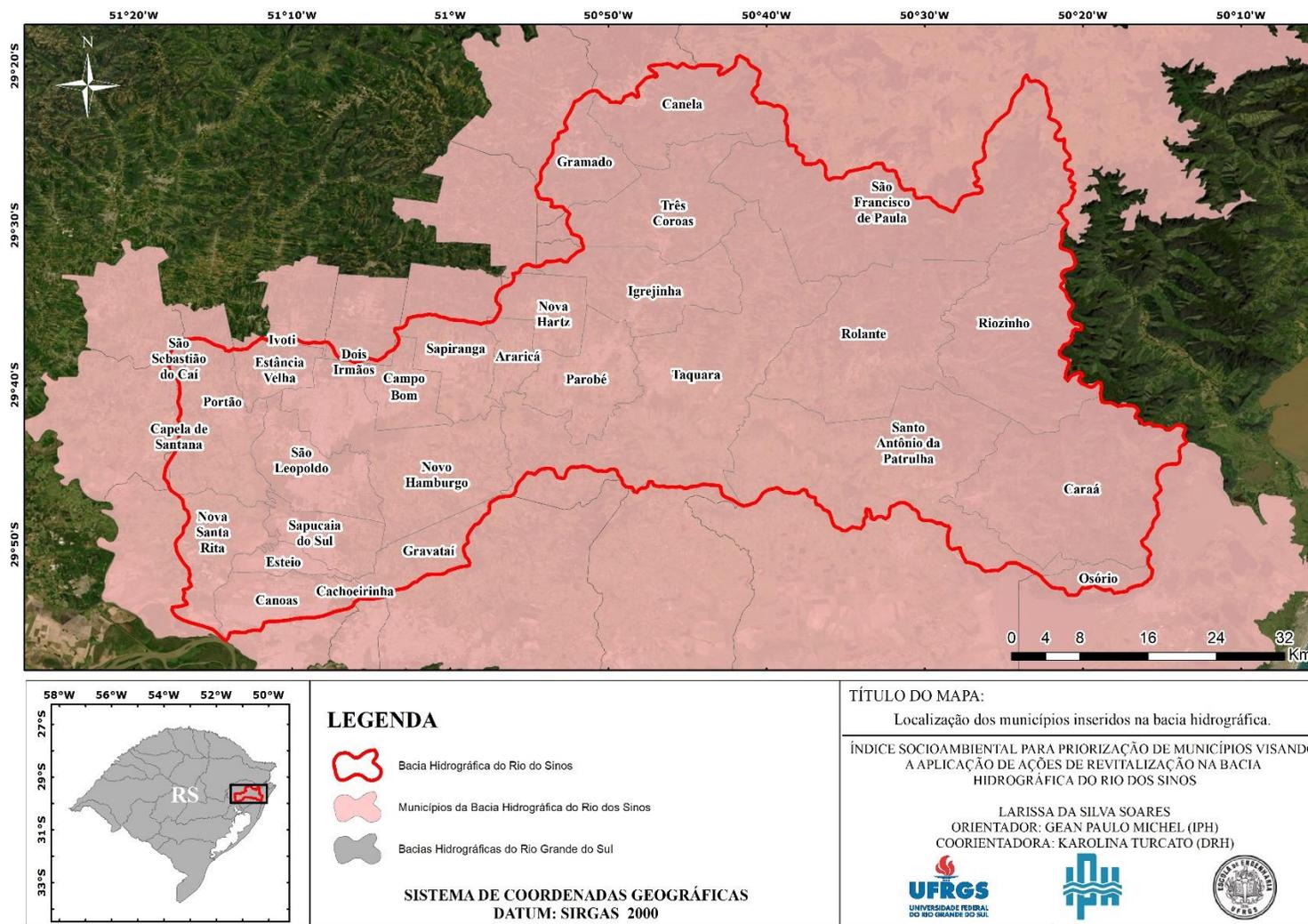


Figura 4.1 - Mapa de localização dos municípios na bacia hidrográfica do rio dos Sinos.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.



## 5. METODOLOGIA

Nesse item será apresentada, em detalhes, a metodologia proposta neste trabalho para priorização dos municípios localizados na bacia do rio do Sinos, com o objetivo de definir quais seriam os locais críticos para aplicação de ações de revitalização na bacia hidrográfica.

### 5.1 PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS

Para a realização de ações de revitalização o primeiro passo é a escolha do local foco das atividades. Existem algumas metodologias relacionadas a priorização de áreas como a exposta no Atlas Mananciais do INEA (2019), onde são utilizados critérios físicos da bacia como degradação de APPs, processos erosivos, comprometimento hídrico, entre outros, além de dados demográficos como população abastecida pelos mananciais. Para avaliar a prioridade de alguma área é necessário quantificar os problemas encontrados para que a tomada de decisão seja baseada em valores e não em subjetividades.

Três principais pilares devem ser analisados, sendo eles:

- 1. Ambiental:** avaliação da situação atual dos recursos hídricos relacionado a degradação de áreas de proteção, poluição de corpos hídricos, colapso nos sistemas de abastecimento, processos erosivos, etc.
- 2. Institucional:** estuda a mobilização social presente em cada local, qual o nível de organização dos comitês, qual o nível de envolvimento das comunidades, existência de ações já em andamento que sejam compatíveis com o Programa de Revitalização entre outros. Essa esfera tem o objetivo de buscar garantia para a manutenção das atividades que venham a ser executadas, identificando os atores envolvidos que estariam comprometidos a dar seguimento às ações.
- 3. Social:** foco da análise nas pessoas, comunidades, municípios que são afetados pelos problemas ambientais e que serão afetados positivamente pelos projetos que visem melhorias na gestão dos recursos hídricos da região onde residem, moram ou estudam. Essas pessoas são os envolvidos diretos com as atividades propostas, são a ponta da cadeia de execução, e aspectos de desenvolvimento socioeconômico e vulnerabilidades devem ser considerados.

A metodologia de priorização proposta atentou para a interação humanidade-natureza, através da criação do Índice Socioambiental, que é formado por 4 critérios que por sua vez, são compostos por outros parâmetros que, no conjunto, expressam a realidade atual dos municípios estudados com o objetivo de focar as ações de revitalização nos locais prioritários.

## 5.2 COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PROPOSTO

### 5.2.1 Critérios utilizados

O Índice Socioambiental é composto por 4 critérios, que foram escolhidos com o objetivo de representar os principais aspectos sociais relacionados às atividades desenvolvidas no âmbito do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas. Os critérios são: Desastres Naturais, Saneamento, Desenvolvimento Socioeconômico e Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais. Cada critério é composto por diferentes parâmetros que são agrupados para a quantificação final. A **Figura 5.1** apresenta um esboço do Índice Socioambiental proposto.

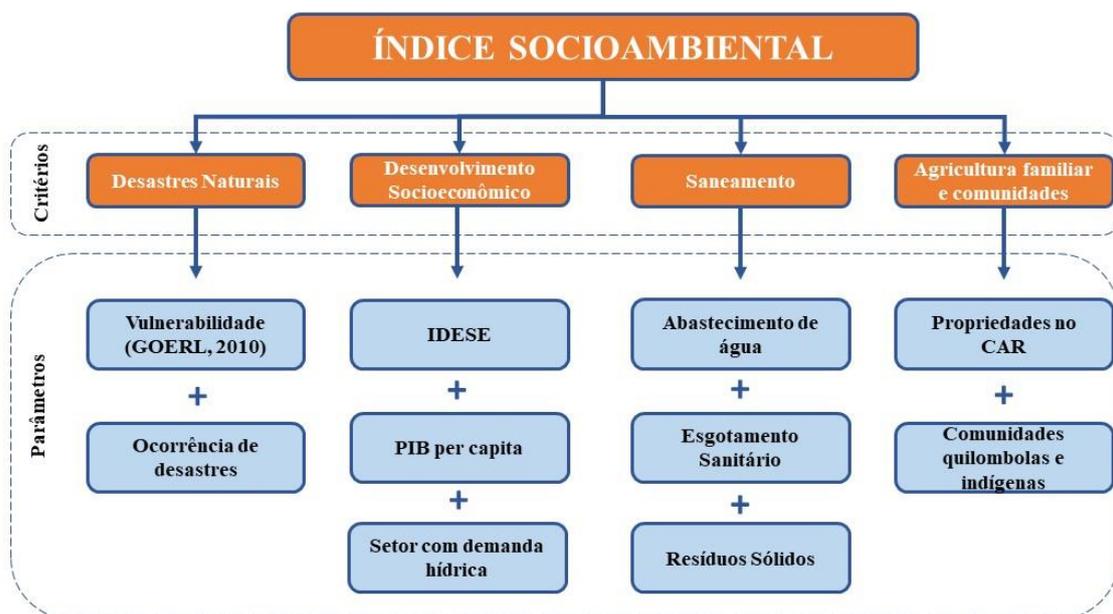


Figura 5.1 - Fluxograma da proposta de composição do índice socioambiental.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Para tornar possível a quantificação, cada critério possui uma classe e um peso. O mesmo ocorre para cada parâmetro, porém os pesos dos parâmetros são divididos igualmente dentro do critério. A **Figura 5.2** apresenta a relação de pesos e classes para a construção do índice. Quanto menor o índice socioambiental do município, maior é a

prioridade para a realização de ações de revitalização nos locais. Detalhes sobre a quantificação serão apresentados nos itens 5.2.2 e 5.2.3.

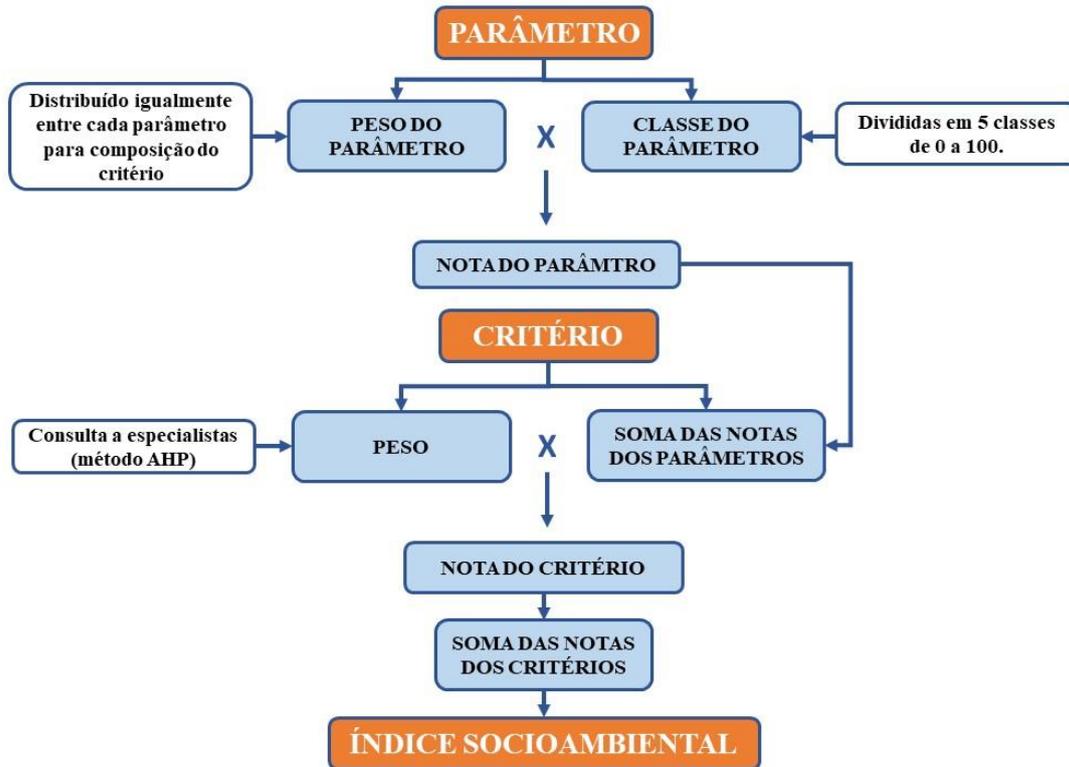


Figura 5.2 - Relação pesos e classes do índice.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.

### 5.2.1.1 Desastres Naturais

O critério Desastres Naturais tem o objetivo de analisar a ocorrência e a vulnerabilidade dos municípios inseridos na bacia do rio dos Sinos. Quanto maior a ocorrência de desastres, e maior a vulnerabilidade da população, maior a prioridade para executar ações de revitalização nas áreas afetadas pelos eventos extremos.

#### 5.2.1.1.1 Ocorrência de desastres

Para composição do banco de dados dos eventos já registrados nos municípios, foram utilizadas duas principais referências: o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e o Sistema de Informações sobre Desastres (S2iD). O Atlas apresenta dados de eventos ocorridos de 1991 até 2012, e por sua vez o S2iD apresenta dados de 2013 até a atualidade.

Os eventos que foram considerados na análise estão incluídos nos grupos de eventos hidrológicos, geológicos e climatológicos, de acordo com a classificação da



COBRADE, sendo eles: Estiagem, enxurradas, inundação, alagamento e movimento de massa.

#### 5.2.1.1.2 Vulnerabilidade

Para análise da vulnerabilidade da população residente nos municípios foi utilizado o método desenvolvido por GOERL (2010). O método utiliza como indicadores os dados apresentados na **Tabela 5.1**.

Tabela 5.1 - Indicadores utilizados para cálculo da vulnerabilidade.

Dados (Censo, 2010)	Indicador	Sigla
Número de moradores no setor	Número de moradores no setor	<i>Nm</i>
Média de moradores por domicílio	Média de moradores por domicílio	<i>Mm</i>
Densidade demográfica	Densidade Demográfica	<i>Dd</i>
Soma de: % da população acima de 65 anos e % da população abaixo de 12 anos	Taxa de dependência (idosos e crianças)	<i>TxD</i>
% de pessoas analfabetas acima de 12 anos	Educação	<i>E</i>
% de responsáveis sem rendimento ou com rendimento até 1 salário-mínimo	Renda	<i>R</i>

Fonte: Adaptado de GOERL (2010).

Para o cálculo da vulnerabilidade, a equação desenvolvida por GOERL (2010) é utilizada. O indicador Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), contido na versão original, foi substituído pelo Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE), já que os dados do IDESE são mais atualizados do que o IDH.

$$IV = \frac{Dd + Nm + Mm + TxD + E + R}{IDESE}$$

A partir do resultado de *IV* (vulnerabilidade) é possível quantificar a vulnerabilidade dos municípios, quanto maior a vulnerabilidade mais afetado negativamente será o município, caso ocorra um evento extremo.

#### 5.2.1.1.2 Desenvolvimento Socioeconômico

O critério Desenvolvimento Socioeconômico tem o objetivo de diagnosticar a situação socioeconômica dos municípios através de indicadores que estejam possivelmente relacionados com as atividades que serão desenvolvidas no Programa de Revitalização.



#### 5.2.1.2.1 Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE)

O Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE) é calculado pelo Departamento de Economia e Estatística (DEE) do Estado do Rio Grande do Sul. Os dados são discretizados por municípios. É um indicador sintético que considera aspectos quantitativos e qualitativos do desenvolvimento, com informações referentes à educação, à renda e à saúde.

No âmbito das ações desenvolvidas pelo Programa de Revitalização o IDESE é importante pois é uma forma de mensurar organização e sustentabilidade dos governos municipais. Quanto maior o IDESE mais desenvolvido nos aspectos de educação, renda e saúde é o município, ou seja, maior é a possibilidade de existirem ações de revitalização ou remediação de problemas ambientais encontrados. Esse parâmetro tem como objetivo priorizar municípios que possuem escassos recursos para aplicação de ações. Os dados utilizados são do ano de 2018.

#### 5.2.1.2.2 PIB per capita

O PIB per capita é calculado dividindo o Produto Interno Bruto do município pelo número de habitantes. O valor utilizado está disponível no banco de dados do DEE e tem como base o ano de 2018.

O PIB per capita foi utilizado como parâmetro para composição do critério desenvolvimento socioeconômico pois demonstra o nível de organização financeira dos municípios. O PIB per capita calculado pelo DEE considera o valor de mercado, sendo diferente do PIB per capita calculado pelo IBGE, o que representa com maior fidelidade a realidade da situação financeira dos municípios gaúchos e por isso a escolha pelo banco de dados do DEE.

#### 5.2.1.2.3 Setores de maior demanda hídrica

Segundo o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos desenvolvido em 2014, os principais usos de água são Abastecimento Público, Irrigação e Indústria. O objetivo deste parâmetro é apresentar os principais municípios que possuem maiores demandas hídricas para os 3 setores usuários em análise. Para tanto, foram utilizados dados retirados do banco de cadastros do Sistemas de Outorga de Água do Rio Grande do Sul (SIOUT RS), avaliando as vazões retiradas por cada usuário de água. Quanto maior a demanda



hídrica, mais prioritário é o município, já que possui significativa importância no sistema de gestão dos recursos hídricos da bacia. É importante destacar que esses dados são coletados a partir do cadastro auto declaratório dos usuários, ou seja, podem existir inconsistências nos dados.

### 5.2.1.3 Saneamento

Na composição do critério Saneamento são utilizados os principais eixos sendo eles: Abastecimento de água, Esgotamento Sanitário e Resíduos Sólidos. Todos os dados utilizados foram retirados da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

#### 5.2.1.3.1 Abastecimento de água

Na composição deste parâmetro foram utilizados 3 dados coletados no SNIS: população atendida com abastecimento de água, volume de água tratado em Estações de Tratamento de Água (ETAs) e volume de água consumido. Através desses dados, obteve-se dois resultados:

$$\% \text{ da população atendida} = \frac{\text{população atendida com abastecimento (AG001)}}{\text{população total do município (POP}_{TOTAL})}$$

$$\% \text{ de tratamento da água consumida} = \frac{\text{volume de água tratada (AG007)}}{\text{volume de água consumida (AG010)}}$$

A partir desses dois resultados foi realizada a média para a composição da nota de situação de cada município. Os códigos apresentados nas fórmulas são os mesmos utilizados pelo SNIS no banco de dados. A partir do Glossário de Informações – Água e Esgoto (SNIS, 2018) é possível consultar o que foi considerado para cálculo de cada um dos índices.

#### 5.2.1.3.2 Esgotamento Sanitário

Assim como para a análise de Abastecimento de água, os dados utilizados também foram retirados do SNIS. Para composição foram utilizados os dois resultados:

$$\% \text{ da população atendida} = \frac{\text{população atendida com esgotamento (ES001)}}{\text{população total do município (POP}_{TOTAL})}$$

$$\% \text{ de tratamento de esgoto} = \frac{\text{volume de esgoto tratado (ES006)}}{\text{volume de esgoto coletado (ES005)}}$$



Foi realizada a média dos dois resultados para geração da nota de situação para cada município. Assim, os fatores população atendida com esgotamento sanitário e tratamento são avaliados com igual peso para composição da nota de situação, visto que possuem igual importância na avaliação das ações de revitalização.

#### 5.2.1.3.3 Resíduos Sólidos

Por fim, o último parâmetro considerado na construção do critério Saneamento é a relação dos municípios com a gestão dos resíduos sólidos. Novamente os dados foram retirados do banco de dados do SNIS. Foi utilizada a média dos dois resultados, sendo eles a população atendida com coleta de resíduos e a porcentagem da coleta seletiva reciclada, calculada pela equação:

$$\% \text{ da coleta seletiva reciclada} = \frac{\text{quantidade de recicláveis recuperados (CS009)}}{\text{Quantidade total recolhida (CS026)}}$$

A classe de situação será determinada a partir da média dos dois resultados. O peso de cada parâmetro é o mesmo para a composição do critério, ou seja, cada parâmetro (Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Resíduos Sólidos) possui peso de 33%.

#### 5.2.1.4 Agricultura familiar e comunidades tradicionais

Esse critério leva em sua composição dois parâmetros que são avaliados separadamente. A Agricultura familiar é analisada de acordo com os dados das propriedades cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) para cada município da bacia do rio dos Sinos, já as comunidades tradicionais foram obtidas a partir dos dados atualizados pelo IBGE em nova pesquisa realizada em 2019.

Não foram consideradas as quantidades de comunidades registradas em cada município, apenas se existia ou não comunidade registrada. Como forma de priorizar os municípios que obtinham comunidades registradas, foi subtraído o valor de 20 dos municípios que tinham registros. Assim, o critério resultava em um valor mais baixo, ou seja, maior a prioridade para aplicação de ações de revitalização.

Após a obtenção dos resultados para cada parâmetro, a classe de situação da agricultura familiar foi somada ao valor do acréscimo das comunidades tradicionais, já que diferente dos outros critérios, o parâmetro comunidades tradicionais não possui o



mesmo peso, é considerado como um valor extra para ser somado ao valor da agricultura familiar.

#### 5.2.1.4.1 Propriedades no CAR

Um dos pré-requisitos, segundo a Lei 11.326/2006, para uma propriedade ser considerada agricultura familiar é a limitação de sua área não superar 4 módulos fiscais. Por sua vez, o módulo fiscal é único para cada município. Foram quantificadas quantas propriedades cadastradas no CAR possuem área até 4 módulos fiscais em cada município analisado. Assim, quanto maior a quantidade de propriedades que se enquadrem em agricultura familiar maior a prioridade para ações do Programa de Revitalização. Priorizando, assim, pequenas propriedades em contraponto aos latifúndios.

Para o parâmetro agricultura familiar foi utilizado como base o banco de dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), que disponibiliza os *shapefiles* das propriedades cadastradas por município. Após reunir os *shapefiles* das propriedades, foi realizada a correlação das áreas das propriedades com os módulos fiscais de cada município, para verificar quantas propriedades menores de 4 módulos fiscais existem em cada município. O módulo fiscal dos municípios localizados na bacia do rio dos Sinos, está entre 18 e 7 hectares, tendo como média 13,7 hectares, segundo o Portal da Embrapa.

#### 5.2.1.4.2 Comunidades Tradicionais

Optou-se por analisar comunidades tradicionais juntamente a agricultura familiar devido, infelizmente, a escassez de dados de comunidades registradas para os municípios localizados na bacia hidrográfica rio dos Sinos. Foram identificados os municípios que possuíam comunidades quilombolas ou indígenas registradas. Não foram consideradas as quantidades de comunidades registradas em cada município, apenas se existia ou não comunidade registrada. Como forma de priorizar os municípios que obtinham comunidades registradas, foi subtraído o valor de 20 dos municípios que tinham registros, esse valor representa a alteração de uma classe para outra por isso a determinação deste valor de decréscimo. Assim, o critério resultava em um valor mais baixo, ou seja, maior a prioridade para aplicação de ações de revitalização.



## 5.2.2 Definição das classes de situação

As notas de situação de cada parâmetro e critério são divididas em classes. Para evitar a escolha subjetiva do corte para cada classe adotou-se o método similar ao desvio quartílico (Ramos e Sanchez, 2000), ao invés de dividir os resultados em grupos que representem 25% do quantitativo total, utilizou-se a subdivisão de 20%, ou seja, cada grupo terá 6 municípios. As classes são valoradas em intervalos de 20 em 20 até 100. Os municípios que não possuem dados são classificados como 0. Os valores altos representam uma situação positiva do critério, quanto maior a classe, maior o índice e menor é a prioridade de ação.

## 5.2.3 Distribuição de pesos

Para quantificar os critérios é importante definir pesos, ou seja, definir a importância dos parâmetros analisados. Um critério pode ter maior significância do que outro. Para a escolha desses pesos foi utilizado o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

AHP é um método de multicritério para apoio à tomada de decisão na resolução de conflitos que possuem múltiplos critérios, ou seja, mais de uma alternativa para a solução. Desenvolvido por Tomas L. Saaty nos anos 1970 é baseado no método newtoniano e cartesiano, tratando a complexidade de problemas com a decomposição em fatores menores, facilitando a quantificação e clareza dos objetivos (MARINS et al, 2009).

O primeiro passo para a utilização da metodologia é a criação da hierarquia a ser analisada, no caso deste trabalho, a hierarquia está apresentada na **Figura 5.1**. O segundo passo é a determinação da prioridade, e para isso são realizados julgamentos paritários, ou seja, cada critério será combinado com outro critério e a análise será realizada par a par, tendo no total 6 combinações possíveis.

A pergunta a ser respondida pelo julgamento paritário é: “Qual critério é mais importante para a revitalização da bacia hidrográfica do rio dos Sinos?”, assim será possível determinar os pesos de cada critério para a composição final do índice. Por exemplo, o critério Desastres Naturais a partir dos resultados da consulta a especialistas



teve peso de 40% no índice, ou seja, os outros 60% serão subdivididos entre os outros 3 critérios.

Para a aplicação da metodologia foi utilizada a plataforma online AHP – OS, desenvolvida por Goepel (2018), na qual é possível que os especialistas ao receberem um *link* respondam a pesquisa e seus resultados já são computados automaticamente para geração dos pesos globais. Os especialistas consultados foram:

- Professores do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (UFRGS);
- Professores das universidades do Vale do Sinos;
- Membros do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio dos Sinos;
- Técnicos da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul;

Além de responder qual critério é mais importante que outro, o especialista também determina qual o grau de importância. A plataforma já inclui análise de coerência das respostas, evitando que no resultado geral sejam incluídos valores incoerentes. O fluxograma apresentado na **Figura 5.3** apresenta as etapas desenvolvidas na metodologia proposta.

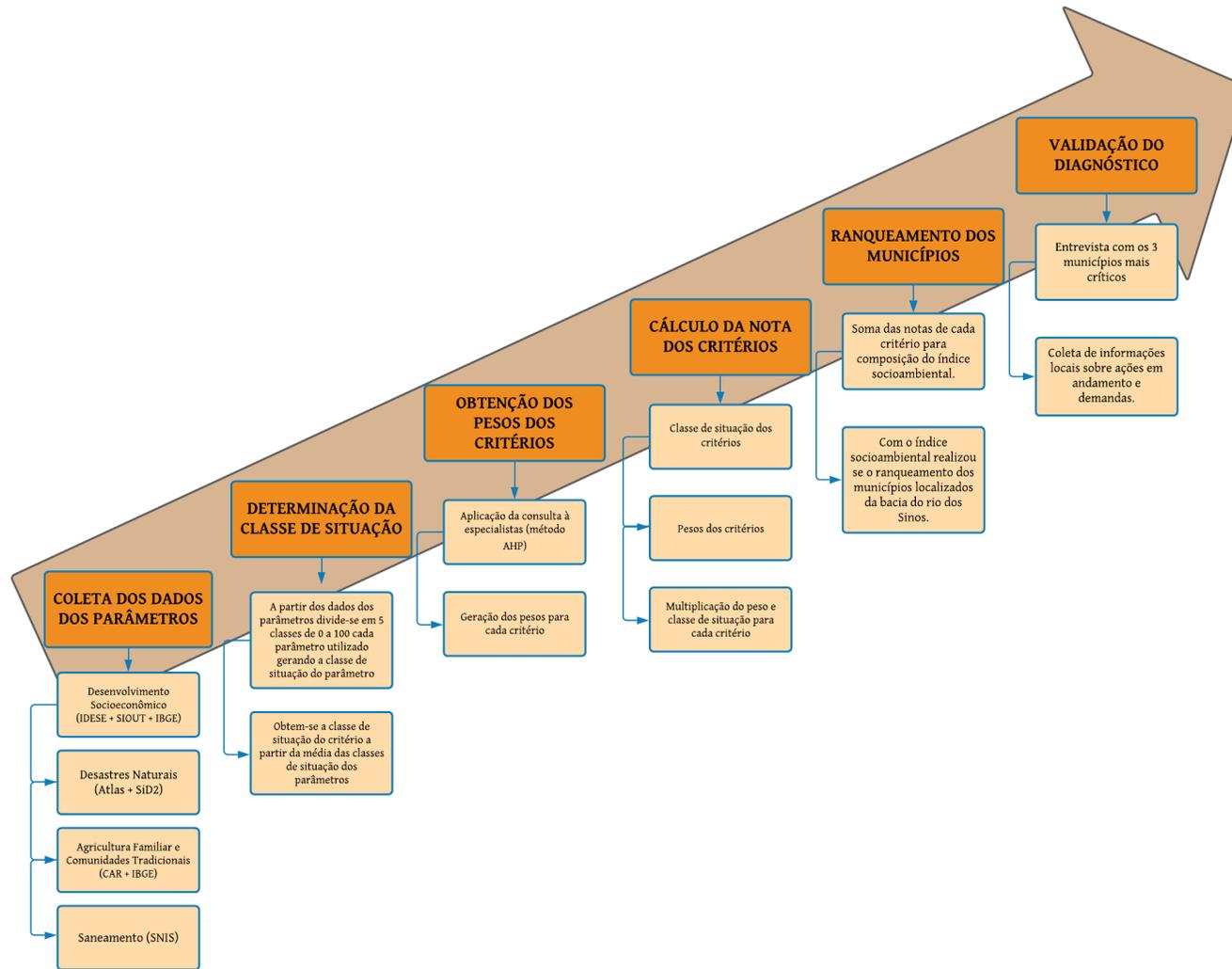


Figura 5.3 - Fluxograma da metodologia proposta.  
 Fonte: Elaboração própria, 2021.



## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a coleta de dados dos municípios localizados na bacia hidrográfica do rio dos Sinos, primeiramente os resultados de cada parâmetro e o resultado para cada critério e, por fim, os resultados do índice socioambiental e destaques sobre os municípios prioritários.

### 6.1 MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)

A partir da aplicação do método AHP na plataforma AHP-OS, obteve-se 28 respostas de especialistas, em um período de 24 dias. A metodologia de mobilização para resposta dos questionários foi o envio de e-mails para as listas dos professores, membros do comitê e técnicos da SEMA. Juntamente a divulgação do *link* para acesso a consulta e explicação sobre o objetivo da mesma, também foi enviado um manual com o passo-a-passo para preenchimento na plataforma, evitando possíveis desistências pela dificuldade de realizar a consulta. Foi extremamente importante o apoio da Kely Boscato, membro do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos e da Karolina Turcato, técnica da gerência do Programa de Revitalização de Bacias do RS. Ambas realizaram a divulgação da pesquisa com eficiência graças a proximidade delas com o público-alvo.

A consulta teve como objetivo de integrar as três frentes mais envolvidas no processo de gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica: o comitê, representando as necessidades e vontades dos residentes na bacia; o governo, que propõe e coloca em prática ações de melhoria para problemas, através da criação, por exemplo, do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas; e a academia, que representa as pesquisas que trazem diagnósticos e soluções para limitações encontradas no desenvolvimento de ações de revitalização. Considera-se que o objetivo da consulta a especialistas foi alcançado.

Infelizmente não se obteve resposta dos professores das universidades do Vale do Sinos. A distribuição dos grupos de especialistas é apresentada na **Figura 6.1**. Percebe-se que o grupo com maior participação foi o grupo dos professores do Instituto de Pesquisas Hidráulicas.



Figura 6.1 - Grupos de especialistas da consulta.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

De acordo com a análise dos especialistas o critério com maior importância é o Saneamento com peso de 50,8%, seguido por Desastres Naturais (18%), Desenvolvimento Socioeconômico (16,2%) e por fim, Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais (15%). Dos 28 especialistas consultados, 16 consideraram Saneamento com maior importância, 5 consideravam Desastres Naturais, 1 considerou Desenvolvimento Socioeconômico, e 1 Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais. Por último, 2 especialistas consideravam todos os critérios com mesmo peso e 3 consideraram Desastres Naturais e Saneamento ambos com igual peso e maior importância. A **Figura 6.2** apresenta a distribuição final dos pesos.

Ao analisar os pesos gerados pela consulta, percebe-se maior importância dada ao critério saneamento, o que sugere que, são latentes os problemas relacionados ao saneamento no RS, na opinião dos especialistas consultados. O tema saneamento está sempre presente nas discussões relacionadas ao meio ambiente, porém ainda existem muitos aspectos precários na sua aplicação, ainda mais analisando as áreas rurais dos municípios.

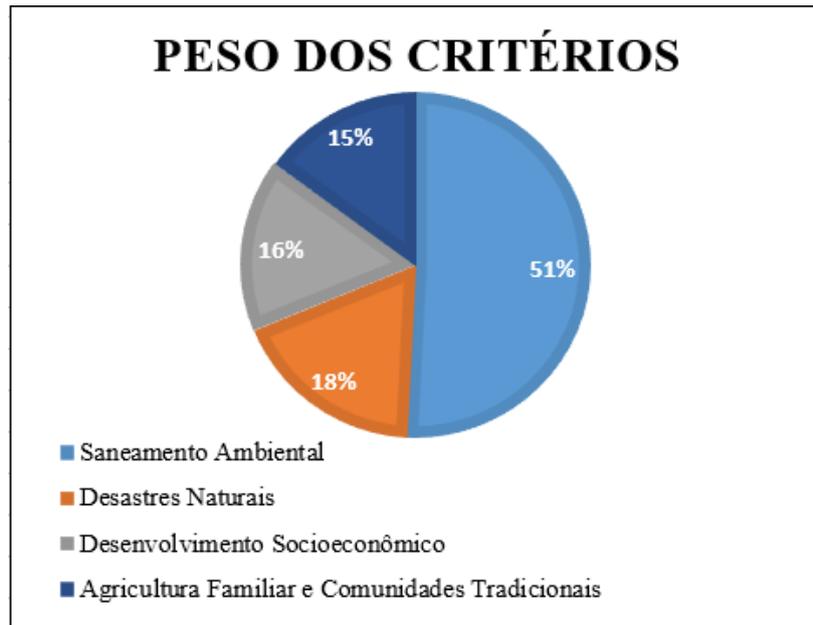


Figura 6.2 – Peso dos critérios.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.

## 6.2 CRITÉRIOS

### 6.2.1 Desastres Naturais

A partir do levantamento realizado utilizando como fonte o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e o S2iD obteve-se o total de 190 eventos registrados nos municípios de 1991 até junho de 2021. O evento mais registrado foi a enxurrada. O município que mais apresentou eventos registrados foi o município de São Sebastião do Caí (18 eventos), seguido por Rolante (15 eventos) e Igrejinha (14 eventos), sendo Capela de Santana, Dois Irmãos e Sapucaia do Sul, os municípios que apresentaram menor número de eventos. Quanto menor o número de eventos registrados, maior a nota de situação para o município, assim, a metodologia prioriza locais nos quais ocorreram maior número de desastres registrados. Os resultados apresentados da classe de situação representam 50% da composição final do critério Desastres Naturais. Os outros 50% do peso do critério é a vulnerabilidade dos municípios, que foi calculada segundo o método desenvolvido por GOERL (2010). Os dados utilizados foram apresentados no item 5.2.1.1.2. O município de Canoas obteve a maior vulnerabilidade de 5,021, sendo considerado o município de maior prioridade, seguido por Sapucaia do Sul e Cachoeirinha.

Com os resultados obtidos para cada parâmetro, ocorrência de desastres e vulnerabilidade, como já mencionado anteriormente, foi considerado peso 0,5 para cada,



gerando os resultados finais para o critério. O município de Caraá mostrou maior prioridade para a execução de ações de revitalização de bacias, com relação ao critério de desastres naturais. Caraá se enquadrou na classe mais baixa para ambos os parâmetros. Empatados em segundo lugar de prioridade encontram-se os municípios de Cachoeirinha e Esteio.

A **Tabela 6.1**, e as **Figura 6.3**, **Figura 6.4** e **Figura 6.5** a seguir apresentam os resultados geoespacializados.



Tabela 6.1 - Resultados para o critério de desastres naturais.

Município	Ocorrência de desastres		Vulnerabilidade		Notas		Critério Desastres Naturais
	Nº eventos registrados	Classe de situação	IV	Classe de situação	Ocorrência	Vulnerabilidade	
Araricá	7	40	1,989	100	40	100	70
Cachoeirinha	7	40	3,780	20	40	20	30
Campo Bom	4	80	1,988	100	80	100	90
Canela	3	100	2,574	60	100	60	80
Canoas	3	100	5,021	20	100	20	60
Capela de Santana	2	100	3,235	40	100	40	70
Caraá	10	20	3,700	20	20	20	20
Dois Irmãos	2	100	0,648	100	100	100	100
Estância Velha	3	80	2,189	80	80	80	80
Esteio	10	20	3,392	40	20	40	30
Gramado	6	60	1,334	100	60	100	80
Gravataí	3	80	3,770	20	80	20	50
Igrejinha	14	20	1,615	100	20	100	60
Ivoti	4	80	1,100	100	80	100	90
Nova Hartz	5	60	2,398	80	60	80	70
Nova Santa Rita	4	80	3,285	40	80	40	60
Novo Hamburgo	8	40	3,057	40	40	40	40
Osório	3	100	2,689	60	100	60	80
Parobé	8	40	2,681	60	40	60	50
Portão	4	80	2,810	60	80	60	70
Riozinho	12	20	2,969	60	20	60	40
Rolante	15	20	2,077	80	20	80	50
Sto. Antônio da Patrul	6	60	3,229	40	60	40	50
S. Francisco de Paula	4	80	3,650	40	80	40	60
São Leopoldo	5	60	3,769	20	60	20	40
São Sebastião do Caí	18	20	2,073	80	20	80	50
Sapiranga	5	60	3,008	60	60	60	60



Município	Ocorrência de desastres		Vulnerabilidade		Notas		Critério Desastres Naturais
	Nº eventos registrados	Classe de situação	IV	Classe de situação	Ocorrência	Vulnerabilidade	
Sapucaia do Sul	2	100	4,087	20	100	20	60
Taquara	8	40	2,482	80	40	80	60
Três Coroas	5	60	2,018	80	60	80	70

Fonte: Elaboração própria, 2021.

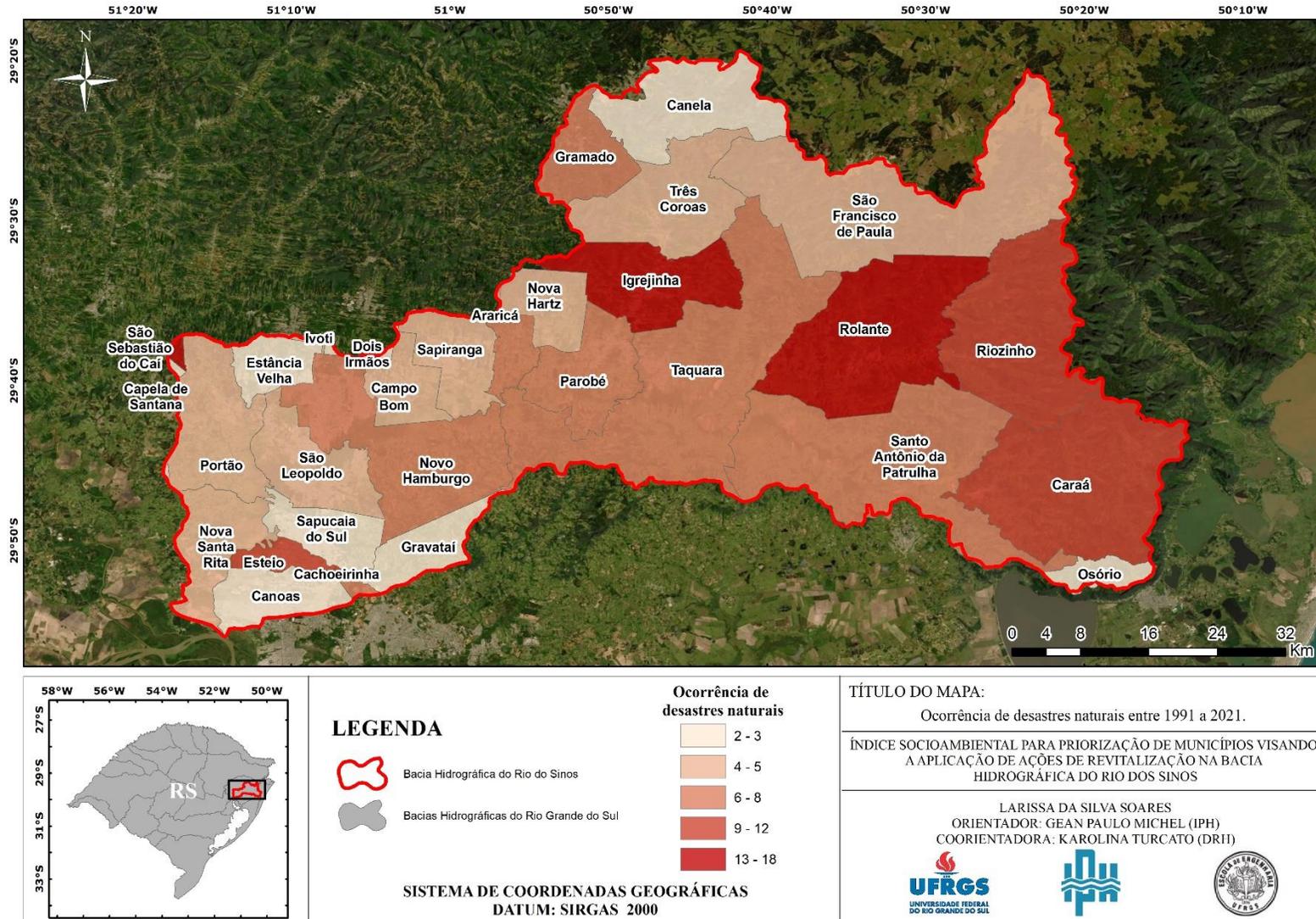


Figura 6.3 - Mapa do parâmetro ocorrência de desastres naturais.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

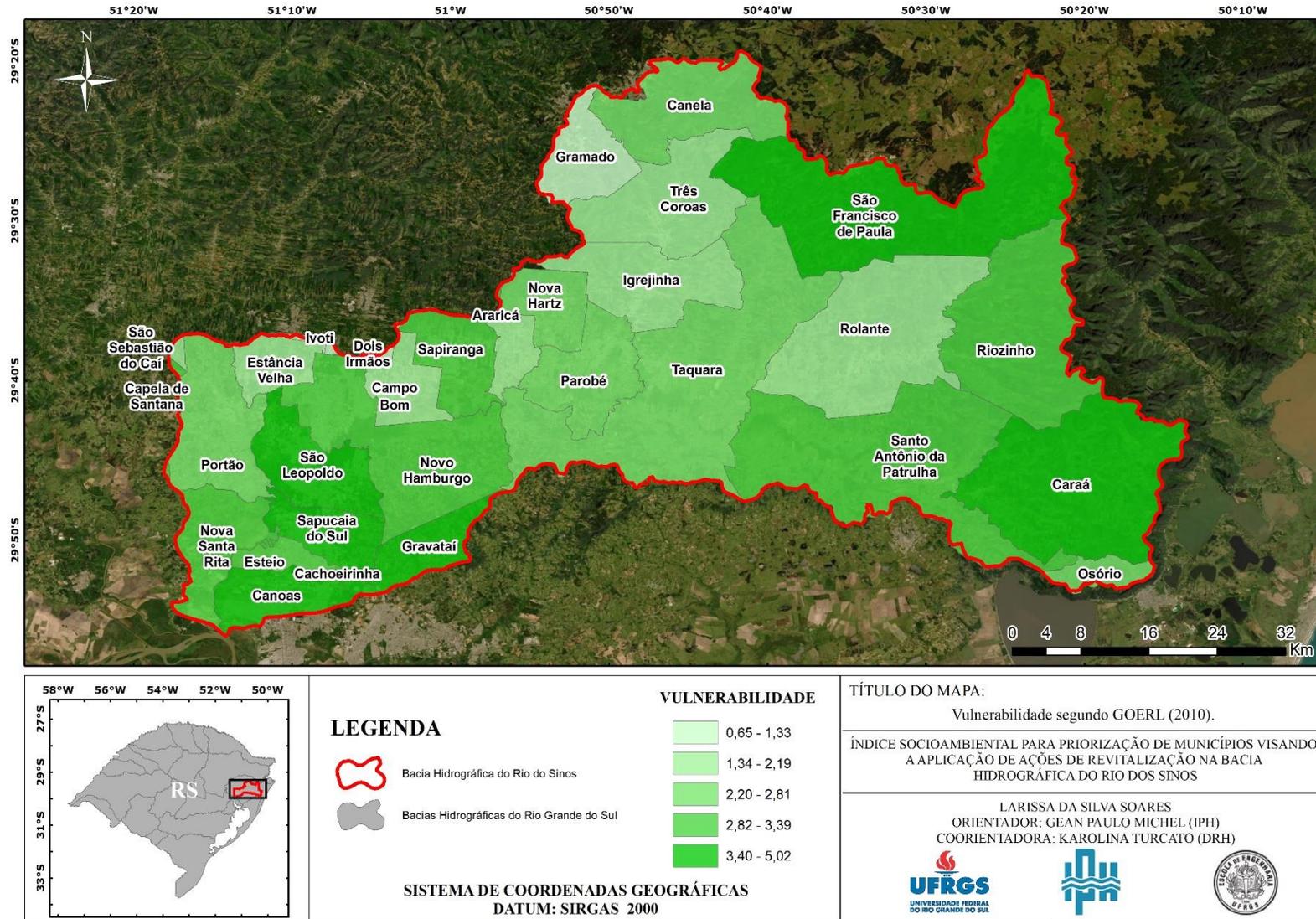


Figura 6.4 - Mapa do parâmetro vulnerabilidade a desastres naturais.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.

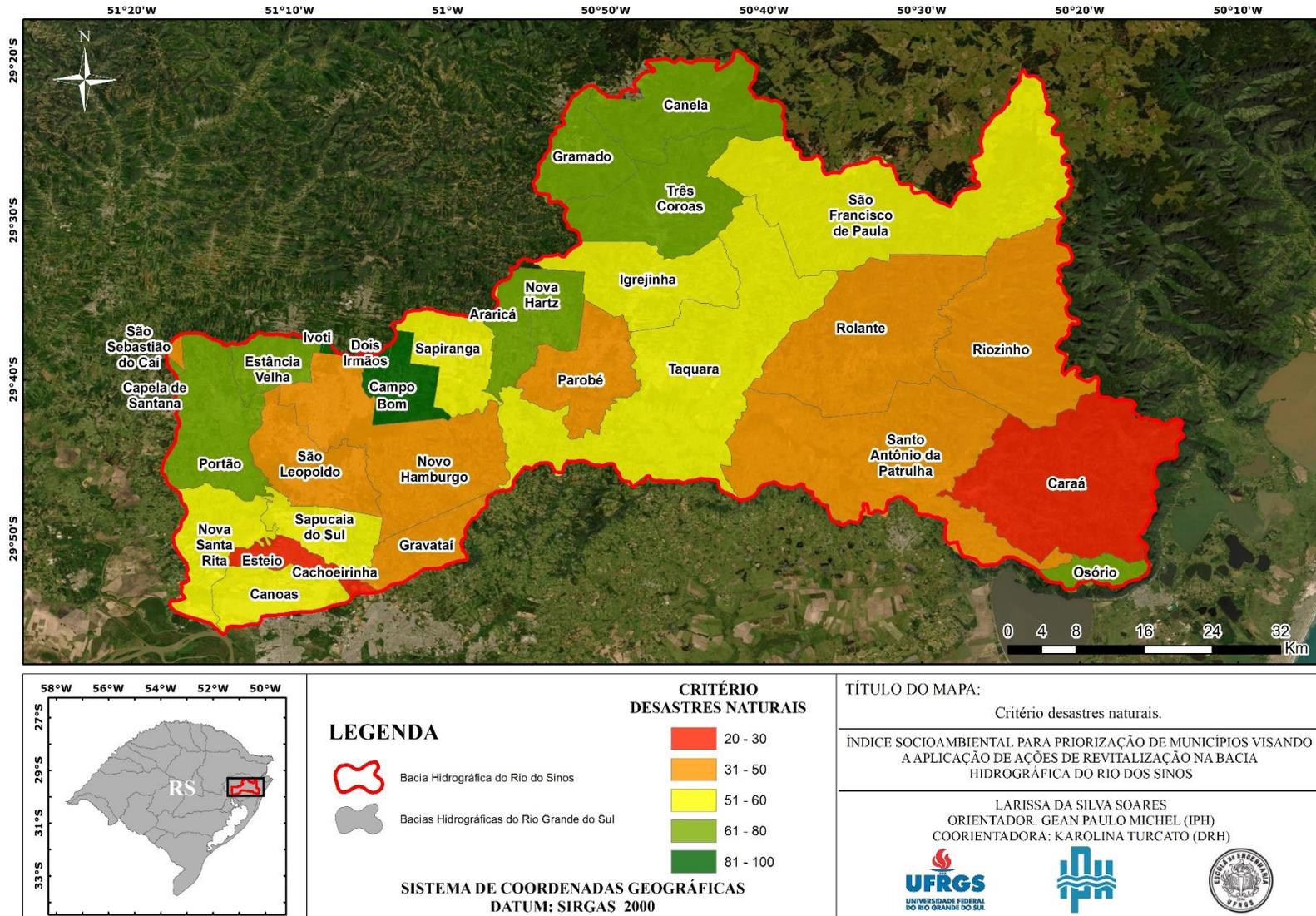


Figura 6.5 - Mapa do critério desastres naturais.

Fonte: Elaboração própria, 2021.



## 6.2.2 Desenvolvimento Socioeconômico

Como já mencionado no capítulo da Metodologia, o critério desenvolvimento socioeconômico utiliza 3 parâmetros para sua composição: IDESE, PIB per capita e setor com maior demanda hídrica. Serão apresentados os resultados para cada parâmetro e os municípios considerados prioritários com relação ao critério desenvolvimento socioeconômico.

Para o parâmetro IDESE, os valores registrados ficaram entre 0,666 e 0,830. O município que apresentou menor IDESE foi Caraá e o maior o município de Ivoti. Ressaltando que o IDESE considera indicadores de educação, renda e saúde. Já para o parâmetro PIB per capita, o município que apresentou maior valor foi Estância Velha com R\$62.157,03 e o menor valor de R\$13.451,66 para o município de Dois Irmãos. Por fim, no parâmetro de setor com maior demanda hídrica o município de Canoas apresentou o maior valor de vazão máxima 84.108,52 m<sup>3</sup>/dia, e o menor valor registrado para a vazão máxima foi de 50,0 m<sup>3</sup>/dia no município de São Sebastião do Caí. A **Tabela 6.2** apresenta o resultado final para o critério desenvolvimento socioeconômico. Para composição do critério todos os 3 parâmetros possuem o mesmo peso, ou seja, foi realizada a média dos resultados. Novamente o município prioritário foi o município de Caraá, obtendo nota do critério de 20,00, seguido por Araricá (40,00), Canela (40,00), Parobé (40,00) e Sapucaia do Sul (40,00). A **Figura 6.6**, **Figura 6.7**, **Figura 6.8** e **Figura 6.9** apresentam os resultados para cada parâmetro e o resultado do critério Desenvolvimento Socioeconômico.



Tabela 6.2 – Resultado para o critério Desenvolvimento Socioeconômico.

Município	IDESE		PIB per capita		Demanda hídrica		Notas		Critério Desenvolvimento Socioeconômico	
	IDESE	Classe de situação	PIB per capita (R\$)	Classe de situação	Vazão máxima (m³/dia)	Classe de situação	IDESE	PIB per capita		
Araricá	0,6797	20	28.896,53	40	1.146,99	60	20	40	60	40,00
Cachoeirinha	0,7459	60	40.778,59	80	69,33	100	60	80	100	80,00
Campo Bom	0,7807	100	47.163,50	100	1.248,43	60	100	100	60	86,67
Canela	0,7351	40	25.378,74	20	1.963,13	60	40	20	60	40,00
Canoas	0,7426	60	55.594,20	100	84.108,53	20	60	100	20	60,00
Capela de Santana	0,6766	20	13.451,66	20	699,00	100	20	20	100	46,67
Caraá	0,6659	20	17.164,57	20	16.276,61	20	20	20	20	20
Dois Irmãos	0,8151	100	62.157,03	100	50,56	100	100	100	100	100,00
Estância Velha	0,7765	100	29.630,14	40	4.380,44	40	100	40	40	60,00
Esteio	0,7630	80	38.249,40	80	839,66	80	80	80	80	80,00
Gramado	0,8244	100	54.901,17	100	4.169,86	40	100	100	40	80,00
Gravataí	0,7335	40	42.820,82	80	75.765,70	20	40	80	20	46,67
Igrejinha	0,7716	80	49.798,73	100	5.667,80	40	80	100	40	73,33
Ivoti	0,8304	100	42.392,50	80	318,58	100	100	80	100	93,33
Nova Hartz	0,7091	40	29.692,26	60	2.428,47	60	40	60	60	53,33
Nova Santa Rita	0,7675	80	58.018,11	100	6.838,12	20	80	100	20	66,67
Novo Hamburgo	0,7612	80	38.159,33	60	5.089,12	40	80	60	40	60,00
Osório	0,7744	100	34.323,48	60	710,32	80	100	60	80	80,00
Parobé	0,6899	20	21.283,76	20	898,59	80	20	20	80	40,00
Portão	0,7435	60	33.064,14	60	2.472,18	60	60	60	60	60,00
Riozinho	0,7113	40	26.746,67	40	1.014,90	60	40	40	60	46,67
Rolante	0,7557	80	29.148,17	40	4.932,49	40	80	40	40	53,33
Santo Antônio da Patrulha	0,7557	80	29.889,94	60	23.129,44	20	80	60	20	53,33
São Francisco de Paula	0,7018	20	28.411,70	40	160,79	100	20	40	100	53,33
São Leopoldo	0,7414	60	38.317,82	80	3.418,73	40	60	80	40	60,00
São Sebastião do Caí	0,7414	60	27.553,28	40	50,00	100	60	40	100	66,67



Município	IDESE		PIB per capita		Demanda hídrica		Notas		Critério Desenvolvimento Socioeconômico	
	IDESE	Classe de situação	PIB per capita (R\$)	Classe de situação	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /dia)	Classe de situação	IDESE	PIB per capita		Demanda hídrica
<b>Sapiranga</b>	0,7430	60	40.789,31	80	7.533,13	20	60	80	20	53,33
<b>Sapucaia do Sul</b>	0,6857	20	24.171,89	20	520,11	80	20	20	80	40,00
<b>Taquara</b>	0,7306	40	22.810,98	20	678,01	80	40	20	80	46,67
<b>Três Coroas</b>	0,7367	40	33.865,84	60	712,97	80	40	60	80	60,00

Fonte: Elaboração própria, 2021.

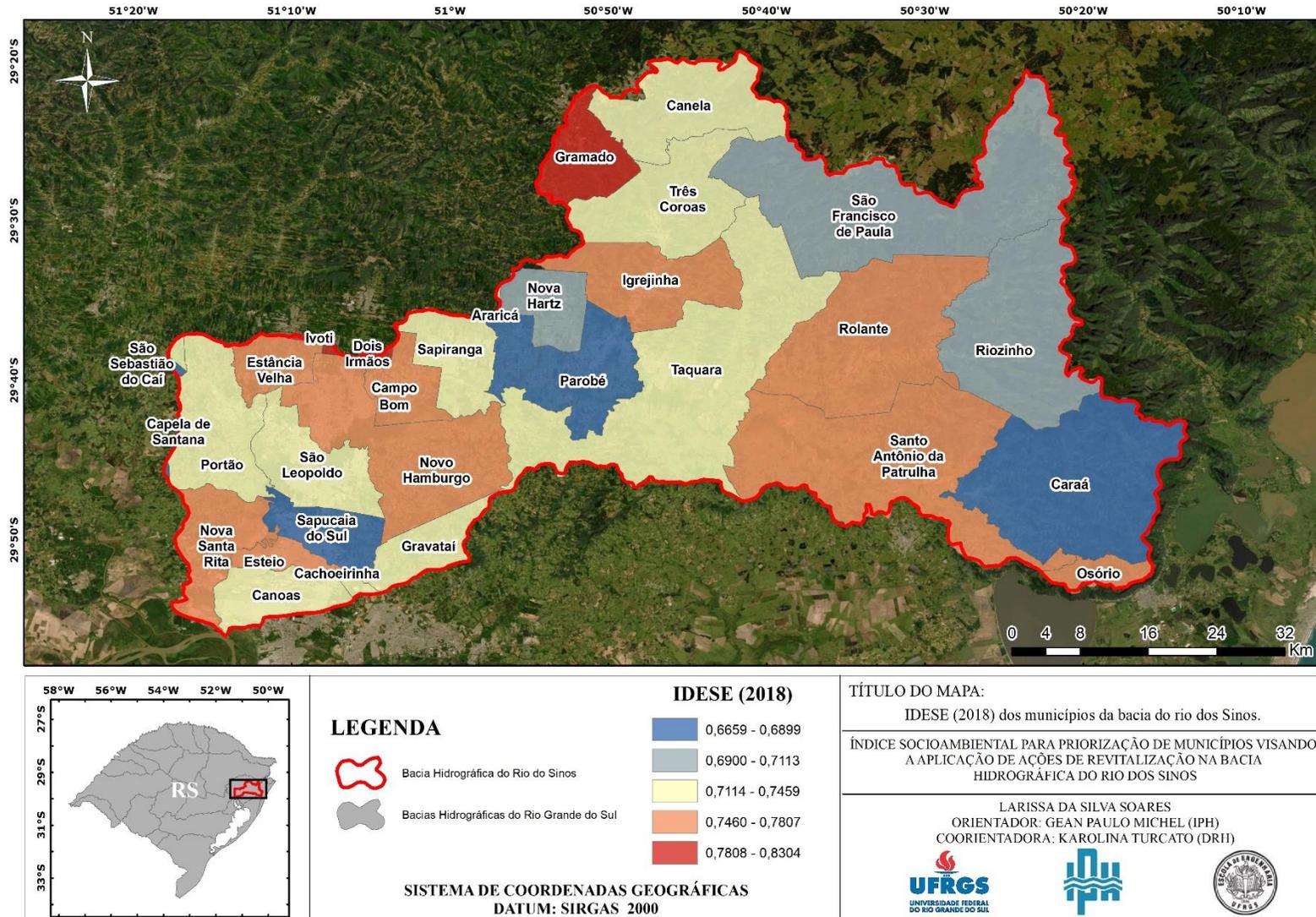


Figura 6.6 - Mapa do parâmetro IDESE.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

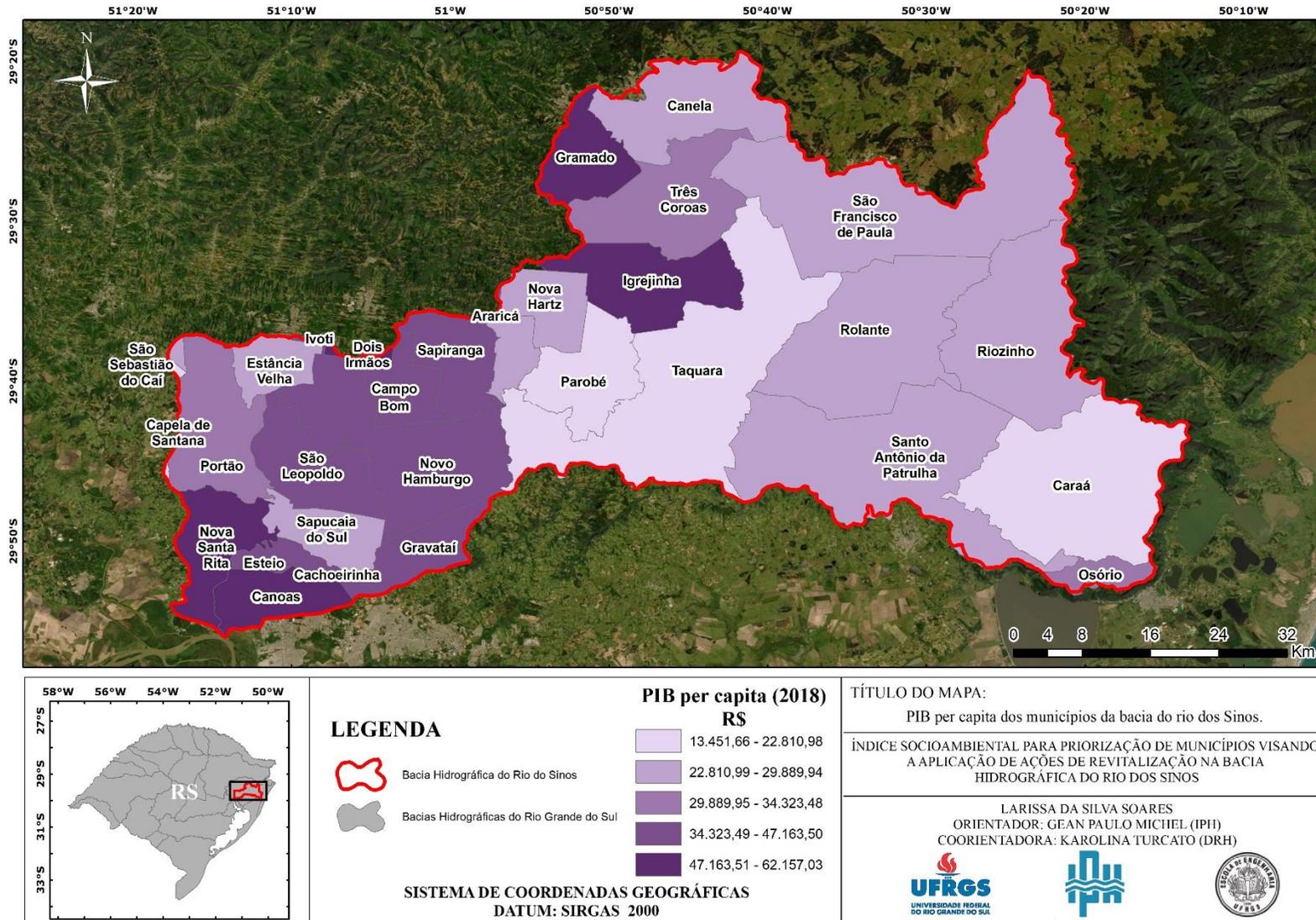


Figura 6.7 - Mapa do parâmetro PIB per capita.  
 Fonte: Elaboração própria, 2021.

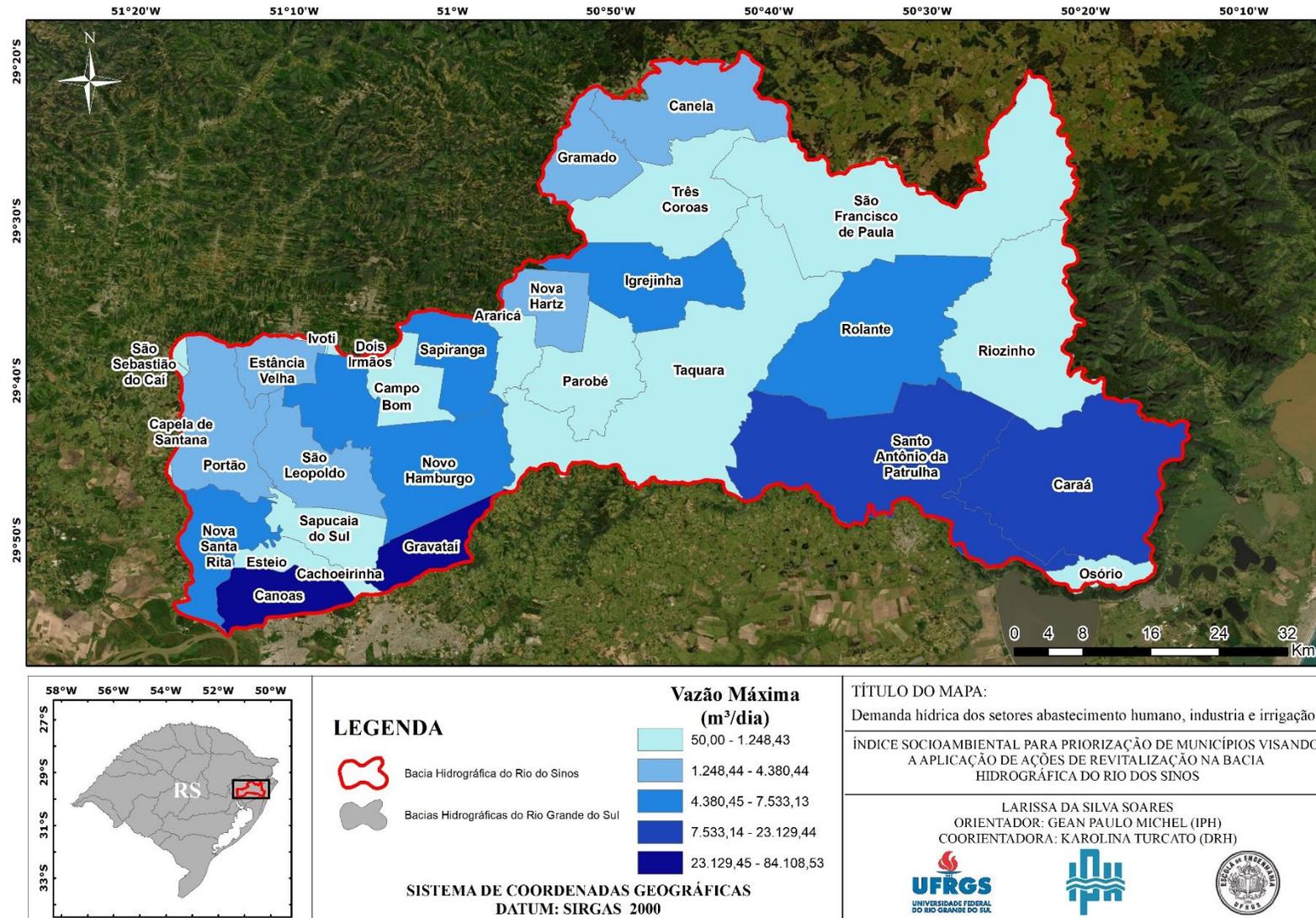


Figura 6.8 - Mapa do parâmetro demanda hídrica.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

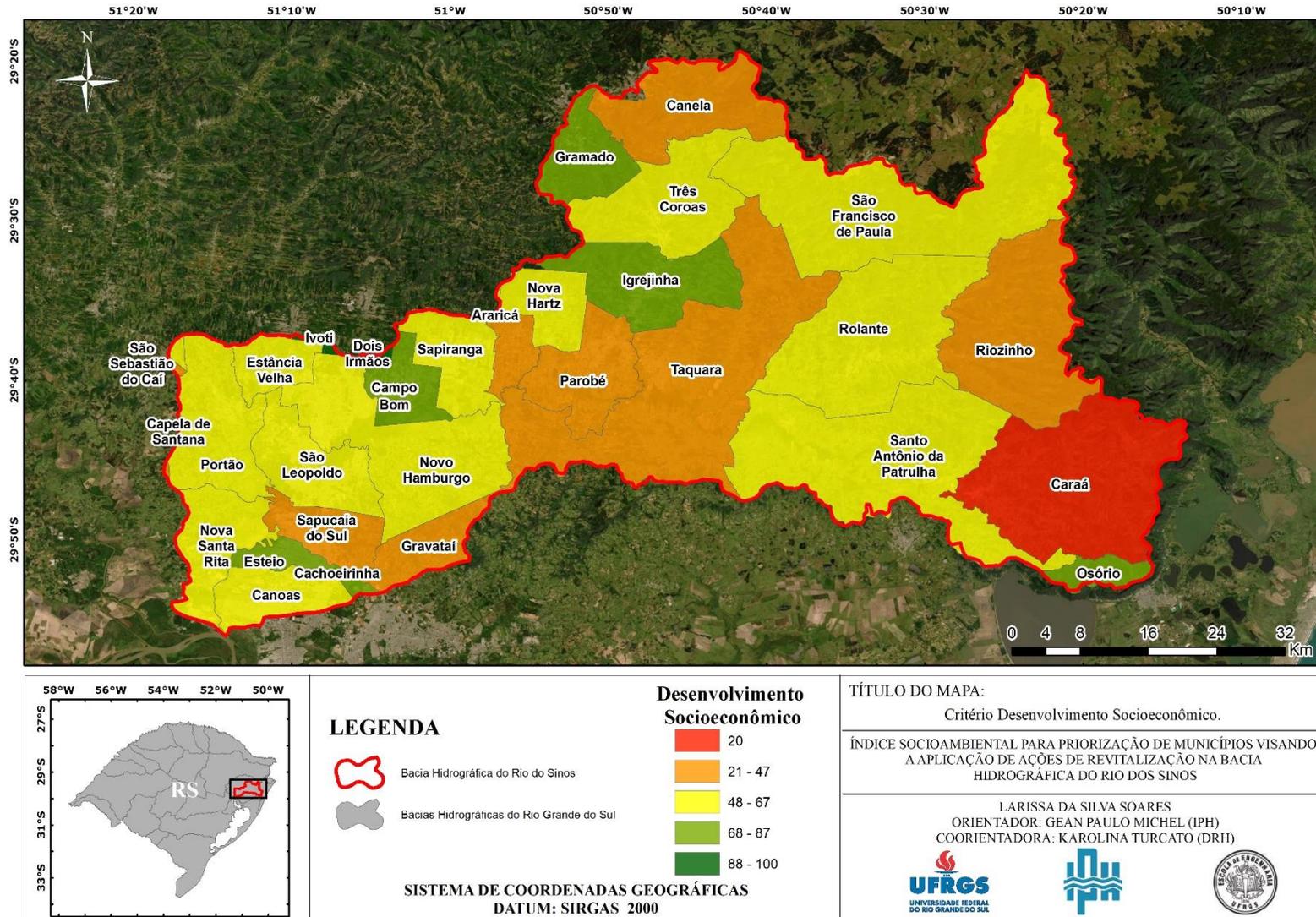


Figura 6.9 - Mapa do critério Desenvolvimento Socioeconômico.

Fonte: Elaboração própria, 2021.



### 6.2.3 Saneamento

Para composição do critério saneamento foram utilizados 3 parâmetros, sendo eles: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Resíduos Sólidos. Todos os dados foram retirados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Os dados disponíveis no SNIS são coletados junto aos gestores dos municípios e os prestadores de serviços de saneamento, logo, a veracidade dos quantitativos está diretamente relacionada ao preenchimento anual correto dos formulários pelos responsáveis.

Alguns municípios da bacia hidrográfica do rio dos Sinos não apresentaram dados na plataforma, sendo eles:

- Abastecimento e Água: Aracicá;
- Esgotamento Sanitário: Capela de Santana, Caraá, Nova Santa Sita, Portão, Riozinho, Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Paula, São Sebastião do Caí, Taquara e Três Coroas;
- Resíduos Sólidos: Alguns municípios não apresentam um dos dois indicadores utilizados para a composição do parâmetro.

Para os municípios que não obtiveram dados registrados no SNIS foi considerada classe de situação 0, uma vez que, o preenchimento dos dados na plataforma pelos gestores do município representa certa organização e comprometimento com o monitoramento da evolução dos sistemas de saneamento dos municípios. O registro adequado de dados e informações é de extrema importância para qualquer processo de desenvolvimento. O primeiro passo para a realização de ações de conservação e/ou preservação dos recursos hídricos requer uma base de dados consolidada.

No parâmetro Abastecimento de Água o município que apresentou indicadores mais baixos foi Nova Hartz (0,00), seguido de Portão (20,00) e Capela de Santana (20,00). Em contrapartida, os municípios de Cachoeirinha, Canoas e Esteio apresentaram indicadores ótimos, tendo 100% da população atendida com abastecimento de água e 100% da água consumida tratada.

Com relação ao parâmetro Esgotamento Sanitário, o município de Campo Bom apresenta os indicadores mais baixos, classe de situação 0,00, já o município de Canoas apresenta os melhores resultados, classe de situação 90,00. E por fim, o parâmetro



resíduos sólidos é obtido a partir de dois indicadores, população atendida com coleta de resíduos e porcentagem de resíduos da coleta seletiva que são reciclados. O município de Parobé apresenta os indicadores mais altos, e o município de Campo Bom apresenta os valores mais baixos.

A **Tabela 6.3** apresenta as classes de situação para cada parâmetro e o resultado final para o critério Saneamento. Destaca-se que, o peso para cada parâmetro foi dividido igualmente. As **Figura 6.10, Figura 6.11, Figura 6.12 e Figura 6.13** apresentam os resultados especializados. Para o critério, o município que apresentou os menores valores foi Capela de Santana (23,33), seguido de Caraá (26,67), Portão (26,67) e Riozinho (26,67).



Tabela 6.3 – Resultado final critério Saneamento.

Município	Abastecimento			Esgotamento Sanitário			Resíduos Sólidos			Notas			Critério Saneamento Ambiental
	% População atendida	% de tratamento da água consumida	Classe de situação	% População atendida	% de tratamento da do esgoto gerado	Classe de situação	% População atendida	% de resíduo coletado reciclado	Classe de situação	Água	Esgoto	Resíduos	
Araricá	SEM DADO	SEM DADO	0	24%	100%	70	100%	0%	50	0	70	50	40,00
Cachoeirinha	100%	100%	100	68%	100%	90	98%	84%	100	100	90	100	96,67
Campo Bom	79%	100%	90	0%	0%	0	0%	0%	0	90	0	0	30,00
Canela	90%	100%	100	17%	100%	60	90%	6%	60	100	60	60	73,33
Canoas	100%	100%	100	43%	100%	80	100%	79%	90	100	80	90	90,00
Capela de Santana	22%	0%	20	SEM DADO	SEM DADO	0	100%	0%	50	20	0	50	23,33
Caraá	96%	0%	50	SEM DADO	SEM DADO	0	50%	SEM DADO	30	50	0	30	26,67
Dois Irmãos	95%	76%	90	11%	100%	60	100%	31%	70	90	60	70	73,33
Estância Velha	79%	0%	40	3%	54%	40	100%	6%	60	40	40	60	46,67
Esteio	100%	100%	100	11%	50%	40	100%	45%	80	100	40	80	73,33
Gramado	91%	0%	50	32%	77%	60	100%	11%	60	50	60	60	56,67
Gravataí	95%	100%	100	34%	60%	50	100%	50%	80	100	50	80	76,67
Igrejinha	79%	0%	40	3%	0%	10	100%	34%	70	40	10	70	40,00
Ivoti	100%	0%	50	6%	100%	60	100%	14%	60	50	60	60	56,67
Nova Hartz	0%	0%	0	0%	100%	50	90%	0%	50	0	50	50	33,33
Nova Santa Rita	56%	100%	80			0	81%	SEM DADO	50	80	0	50	43,33
Novo Hamburgo	96%	100%	100	7%	100%	60	100%	3%	60	100	60	60	73,33
Osório	82%	100%	100	2%	100%	60	100%	40%	70	100	60	70	76,67
Parobé	50%	100%	80	37%	0%	20	100%	90%	100	80	20	100	66,67
Portão	39%	0%	20	SEM DADO	SEM DADO	0	98%	7%	60	20	0	60	26,67



Município	Abastecimento			Esgotamento Sanitário			Resíduos Sólidos			Notas			Critério Saneamento Ambiental
	% População atendida	% de tratamento da água consumida	Classe de situação	% População atendida	% de tratamento da do esgoto gerado	Classe de situação	% População atendida	% de resíduo coletado reciclado	Classe de situação	Água	Esgoto	Resíduos	
<b>Riozinho</b>	51%	0%	30	SEM DADO	SEM DADO	0	100%	SEM DADO	50	30	0	50	26,67
<b>Rolante</b>	54%	100%	80	96%	0%	50	87%	0%	50	80	50	50	60,00
<b>Santo Antônio da Patrulha</b>	60%	63%	70	SEM DADO	SEM DADO	0	94%	SEM DADO	50	70	0	50	40,00
<b>São Francisco de Paula</b>	63%	100%	90	SEM DADO	SEM DADO	0	90%	SEM DADO	50	90	0	50	46,67
<b>São Leopoldo</b>	99%	100%	100	17%	12%	20	100%	85%	100	100	20	100	73,33
<b>São Sebastião do Caí</b>	67%	100%	90	SEM DADO	SEM DADO	0	100%	60%	80	90	0	80	56,67
<b>Sapiranga</b>	70%	0%	40	1%	0%	10	98%	10%	60	40	10	60	36,67
<b>Sapucaia do Sul</b>	100%	0%	50	7%	91%	60	100%	20%	60	50	60	60	56,67
<b>Taquara</b>	66%	100%	90	SEM DADO	SEM DADO	0	97%	62%	90	90	0	90	60,00
<b>Três Coroas</b>	64%	100%	90	24%	100%	0	0%	0%	0	90	0	0	30,00

Fonte: Elaboração própria, 2021.

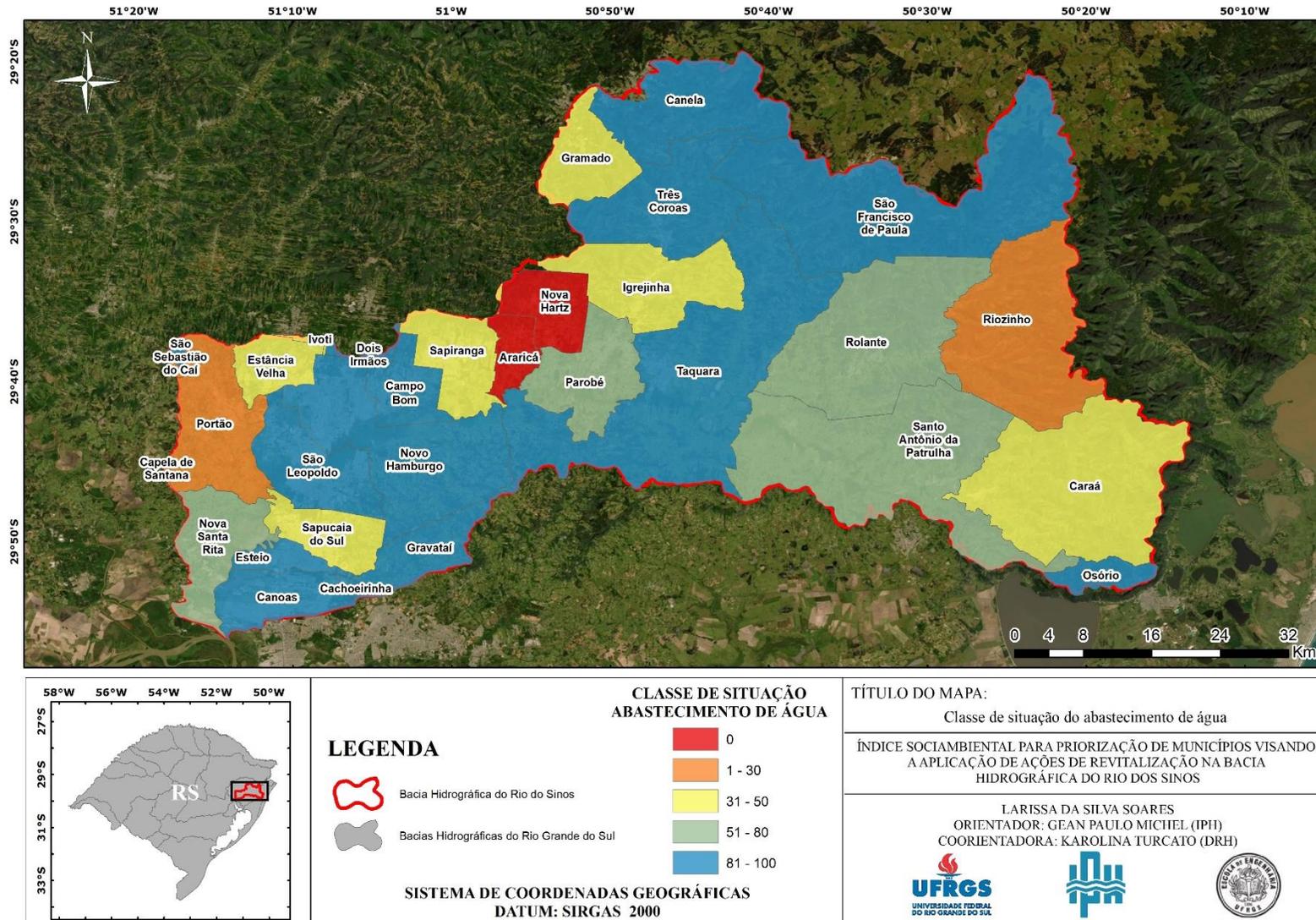


Figura 6.10 - Mapa do parâmetro Abastecimento de Água.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

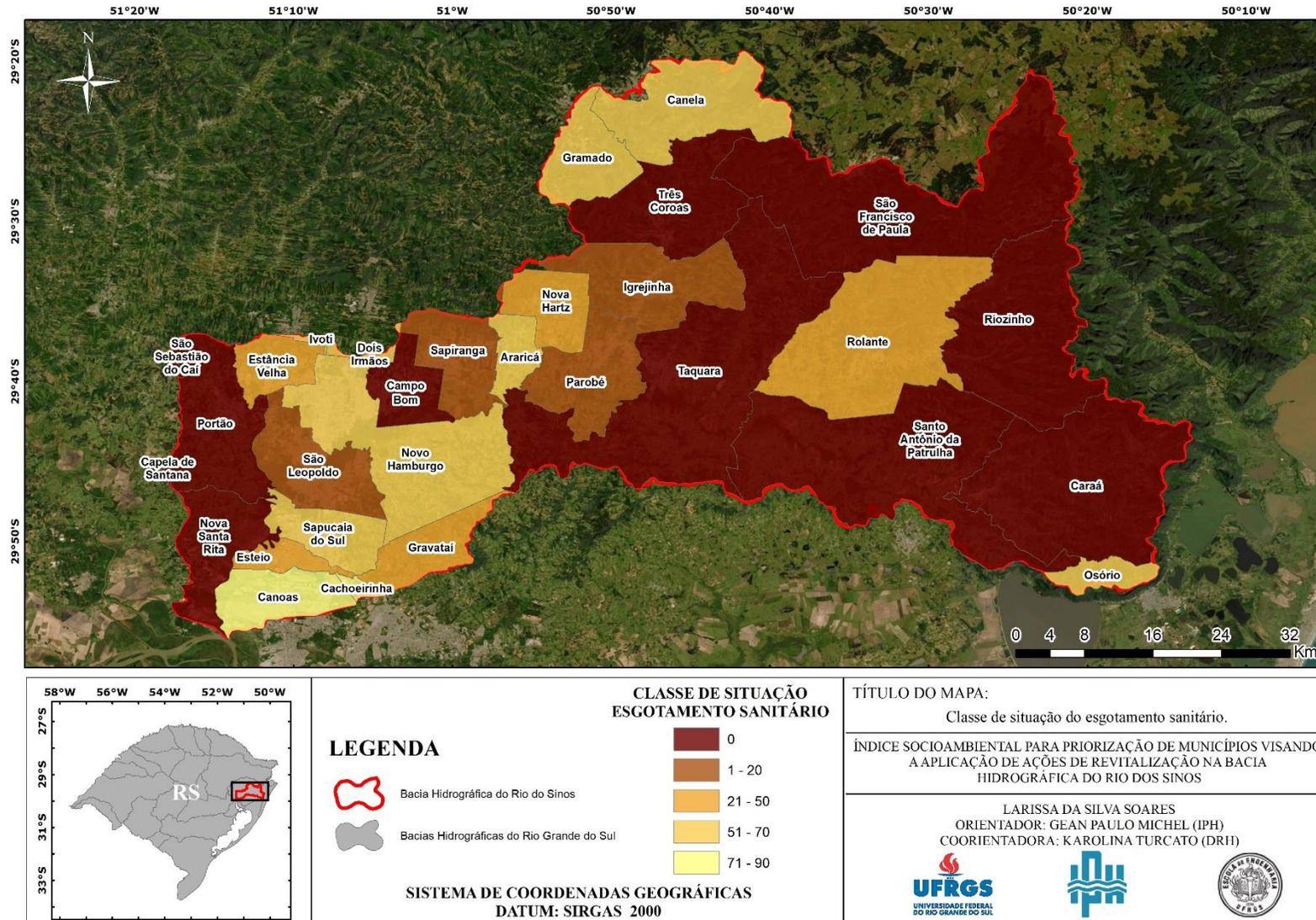


Figura 6.11 - Mapa do parâmetro Esgotamento Sanitário.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

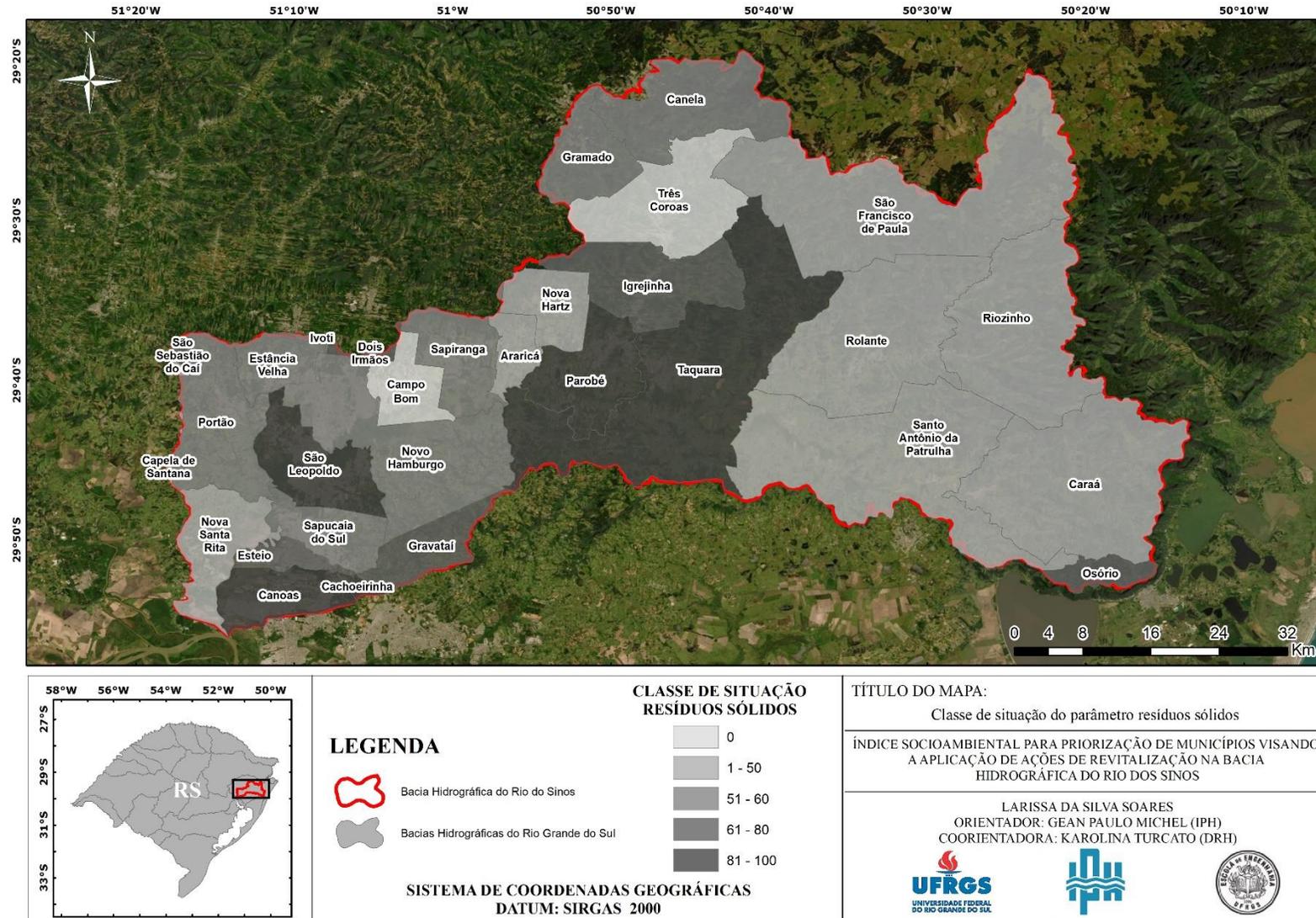
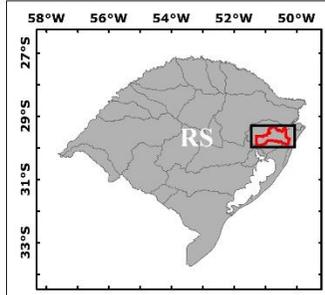
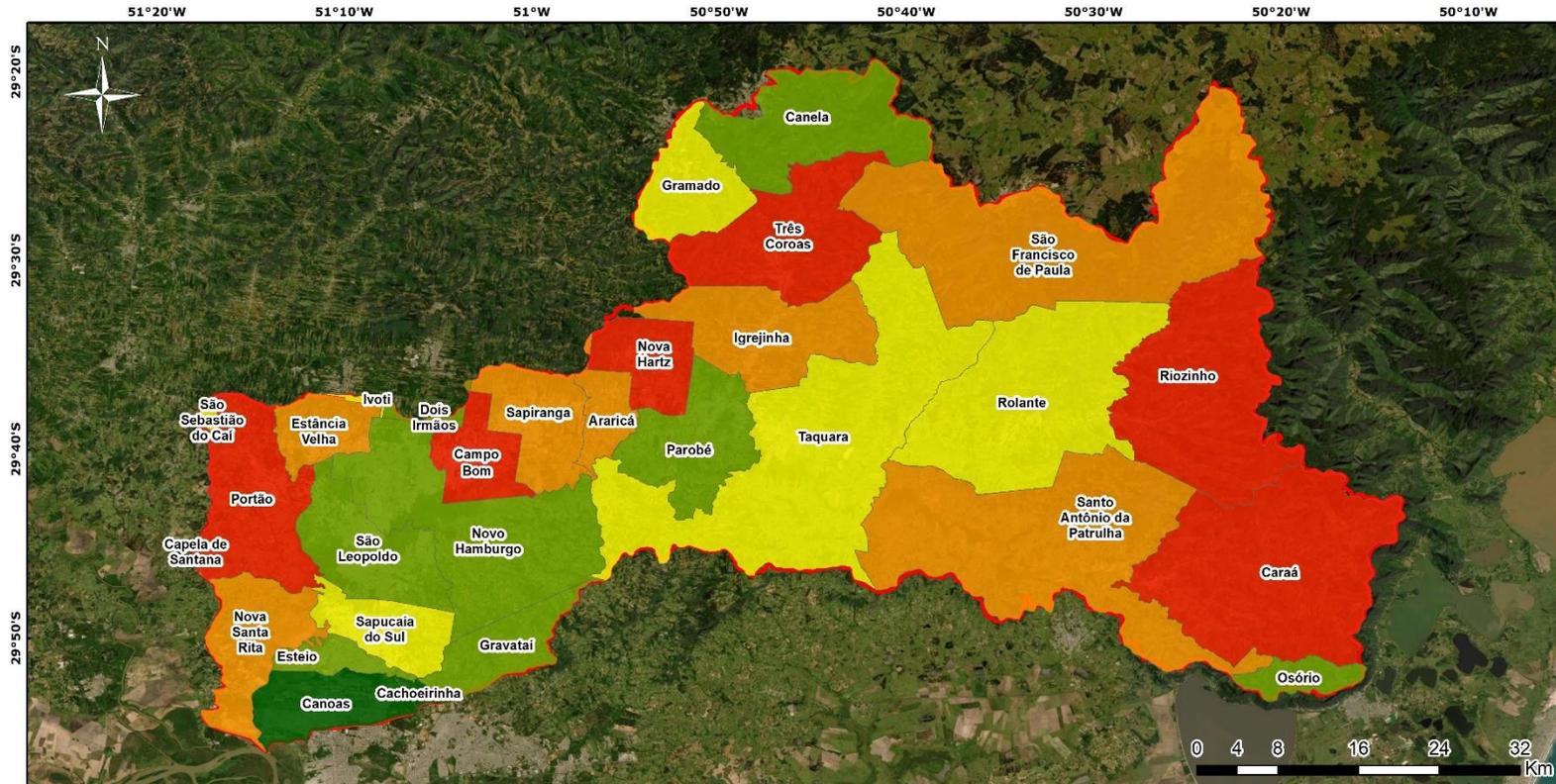


Figura 6.12 - Mapa do parâmetro Resíduos Sólidos.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.



**LEGENDA**

- Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
- Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul

**Saneamento**

- 23,33 - 33,33
- 33,34 - 46,67
- 46,68 - 60,00
- 60,01 - 76,67
- 76,68 - 96,67

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
DATUM: SIRGAS 2000

TÍTULO DO MAPA:  
Critério Saneamento.

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS

LARISSA DA SILVA SOARES  
ORIENTADOR: GEAN PAULO MICHEL (IPH)  
COORDENADORA: KAROLINA TURCATO (DRH)

Figura 6.13 - Mapa do critério Saneamento.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.



#### 6.2.4 Agricultura familiar e comunidades tradicionais

Os municípios de Canoas, Caraá, Gravataí, Osório, Portão, Riozinho, Santo Antônio da Patrulha, São Leopoldo e Taquara tiveram comunidades indígenas ou quilombolas registradas no levantamento do IBGE. Já para o parâmetro de agricultura familiar, o município que apresentou maior número de propriedades com menos de 4 módulos fiscais foi Taquara (1.609 propriedades), seguido por Rolante (1.416 propriedades), São Sebastião do Caí (1.252) e Caraá (1.158).

Após a obtenção dos resultados para cada parâmetro, a classe de situação da agricultura familiar foi somada ao valor do acréscimo das comunidades tradicionais, já que diferente dos outros critérios, o parâmetro comunidades tradicionais não possui o mesmo peso, é considerado como um valor extra para ser somado ao valor da agricultura familiar. Os resultados são apresentados na **Tabela 6.4** e nas **Figura 6.15**, **Figura 6.16** e **Figura 6.17**.

Tabela 6.4 – Resultado para o critério agricultura familiar e comunidades tradicionais.

Município	Agricultura Familiar		Comunidades Tradicionais		Notas		Critério
	Nº de propriedades <4 módulos	Classe de situação	Comunidade Tradicional registrada	Acréscimo	Agricultura Familiar	Comunidades Tradicionais	
Araricá	155	60	NÃO	0	60	0	60
Cachoeirinha	1	100	NÃO	0	100	0	100
Campo Bom	80	80	NÃO	0	80	0	80
Canela	359	40	NÃO	0	40	0	40
Canoas	28	100	SIM	-20	100	-20	80
Capela de Santana	11	100	NÃO	0	100	0	100
<b>Caraá</b>	<b>1.158</b>	<b>20</b>	<b>SIM</b>	<b>-20</b>	<b>20</b>	<b>-20</b>	<b>0</b>
Dois Irmãos	35	80	NÃO	0	80	0	80
Estância Velha	118	80	NÃO	0	80	0	80
Esteio	0	100	NÃO	0	100	0	100
Gramado	338	40	NÃO	0	40	0	40
Gravataí	146	60	SIM	-20	60	-20	40
Igrejinha	528	40	NÃO	0	40	0	40
Ivoti	1	100	NÃO	0	100	0	100
Nova Hartz	375	40	NÃO	0	40	0	40
Nova Santa Rita	62	80	NÃO	0	80	0	80
Novo Hamburgo	663	20	NÃO	0	20	0	20
Osório	272	60	SIM	-20	60	-20	40
Parobé	261	60	NÃO	0	60	0	60
Portão	332	60	SIM	-20	60	-20	40
Riozinho	644	40	SIM	-20	40	-20	20
Rolante	1.416	20	NÃO	0	20	0	20
Santo Antônio da Patrulha	522	40	SIM	-20	40	-20	20
São Francisco de Paula	45	80	NÃO	0	80	0	80



Município	Agricultura Familiar		Comunidades Tradicionais		Notas		Critério
	Nº de propriedades <4 módulos	Classe de situação	Comunidade Tradicional registrada	Acréscimo	Agricultura Familiar	Comunidades Tradicionais	
São Leopoldo	10	100	SIM	-20	100	-20	80
São Sebastião do Caí	1.252	20	NÃO	0	20	0	20
Sapiranga	278	60	NÃO	0	60	0	60
Sapucaia do Sul	53	80	NÃO	0	80	0	80
Taquara	1.609	20	SIM	-20	20	-20	0
Três Coroas	675	20	NÃO	0	20	0	20

Fonte: Elaboração própria, 2021.

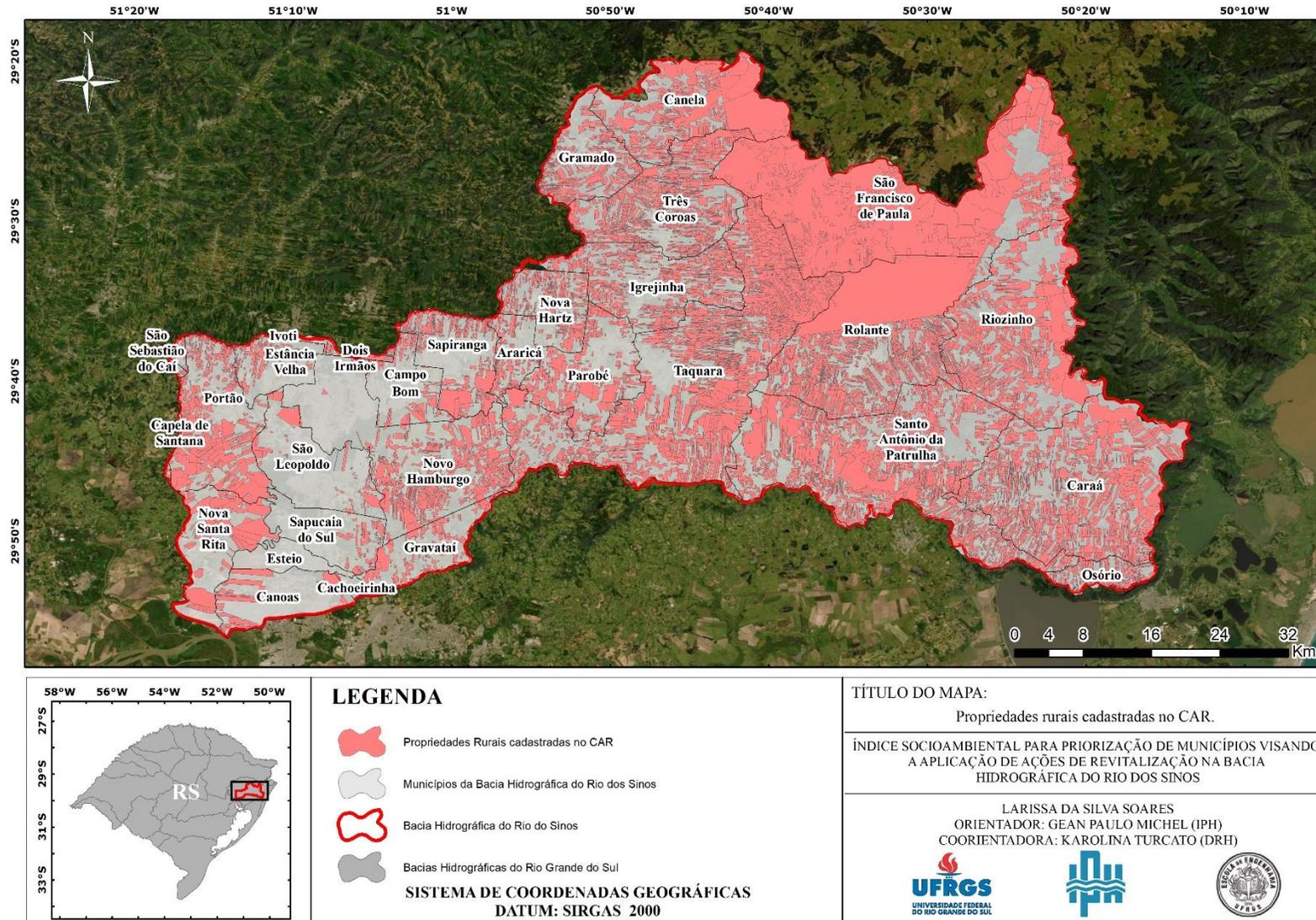


Figura 6.14 - Mapa das propriedades cadastradas no CAR.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

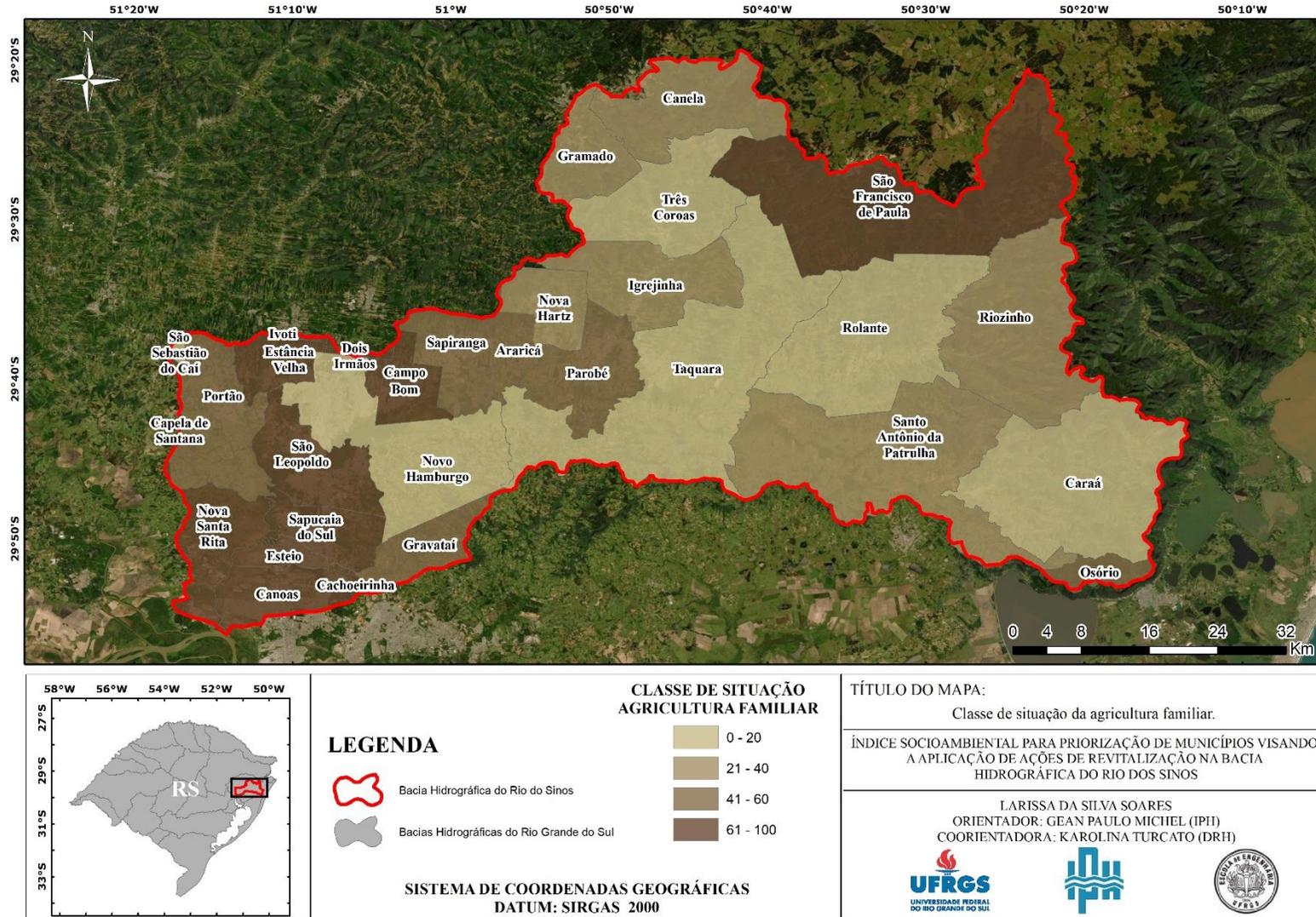


Figura 6.15 - Mapa da classe de situação da agricultura familiar.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

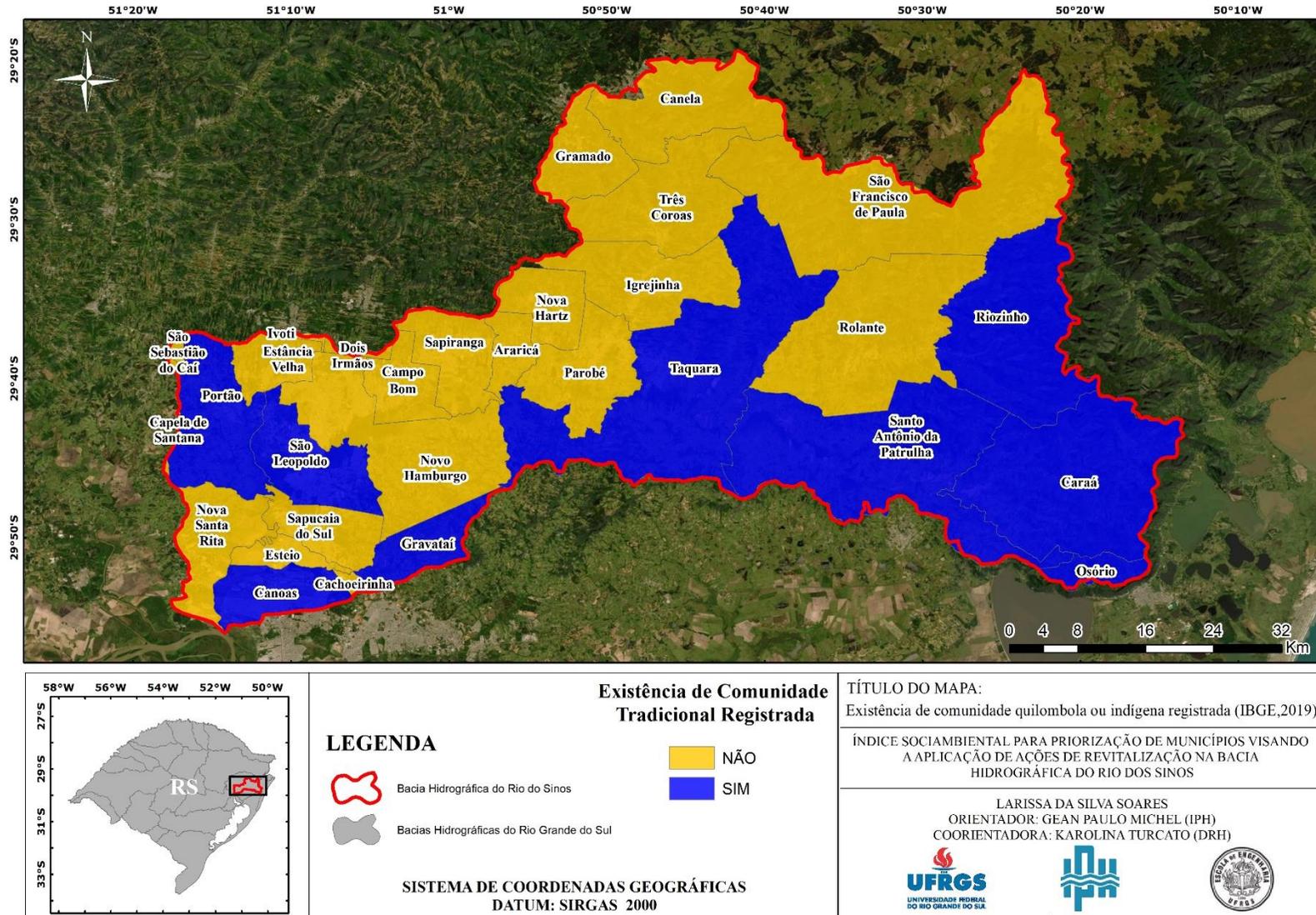


Figura 6.16 - Mapa da existência de comunidades indígenas e quilombolas registradas, segundo IBGE (2019).

Fonte: Elaboração própria, 2021.

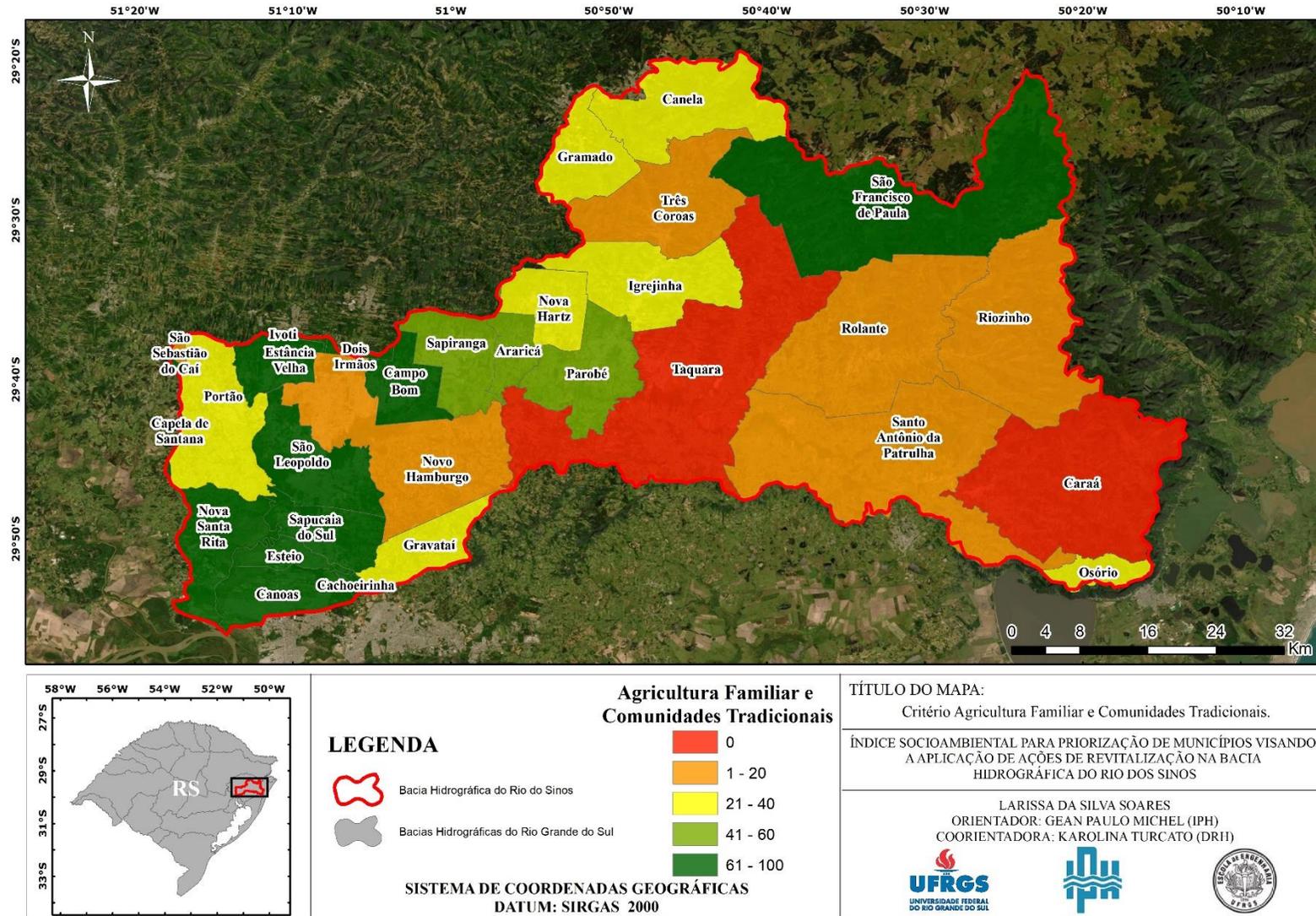


Figura 6.17 – Mapa do critério Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

### 6.3 ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL

Após a coleta dos dados de cada critério e a obtenção dos pesos a partir da consulta a especialistas, o índice socioambiental foi calculado para cada município localizado na bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Os resultados são apresentados na **Tabela 6.5**. Os municípios prioritários segundo o índice socioambiental para aplicação de ações do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas são Caraá (24,71), Riozinho (31,31) e Três Coroas (40,56). A **Figura 6.18** apresenta a distribuição geoespacial do índice socioambiental. Percebe-se que os municípios prioritários estão em sua maioria localizados na cabeceira da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, no Alto Sinos.

É importante destacar que ações de revitalização também estão relacionadas a conservação e preservação vinculadas a soluções baseadas na natureza, com o objetivo de priorizar a permanência da qualidade ambiental que ainda existe em áreas de nascentes dos rios, cabeceira das bacias hidrográficas. Logo, a priorização proposta está de acordo com os conceitos de revitalização e alinhada com o Programa de Revitalização. Outro fator interessante é a questão da certa concentração de recursos e ações voltadas para as regiões metropolitanas, deixando de lado as áreas rurais, ou seja, a demanda existente principalmente relacionada ao saneamento também está relacionada a falta de projetos para essas áreas. Assim, justifica-se a utilização da metodologia proposta.

Tabela 6.5 - Resultado do índice socioambiental.

Posição	Municípios	Desastres Naturais	Desenvolvimento Socioeconômico	Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais	Saneamento	Índice Socioambiental
1	Caraá	20	46,67	0	26,67	24,71
2	Riozinho	40	46,67	20	26,67	31,31
3	Três Coroas	70	60,00	20	30,00	40,56
4	Santo Antônio da Patrulha	50	53,33	20	40,00	40,96
5	Portão	70	60,00	40	26,67	41,87
6	Capela de Santana	70	20,00	100	23,33	42,69
7	Nova Hartz	70	53,33	40	33,33	44,17
8	Sapiranga	60	53,33	60	36,67	47,07
9	Araricá	70	40,00	60	40,00	48,40
10	Taquara	60	46,67	0	60,00	48,84
11	Igrejinha	60	73,33	40	40,00	49,00
12	Rolante	50	53,33	20	60,00	51,12



Posição	Municípios	Desastres Naturais	Desenvolvimento Socioeconômico	Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais	Saneamento	Índice Socioambiental
13	São Sebastião do Caí	50	66,67	20	56,67	51,59
14	São Francisco de Paula	60	53,33	80	46,67	55,15
15	Nova Santa Rita	60	66,67	80	43,33	55,61
16	Novo Hamburgo	40	60,00	20	73,33	57,17
17	Campo Bom	90	86,67	80	30,00	57,48
18	Sapucaia do Sul	60	40,00	80	56,67	58,07
19	Parobé	50	40,00	60	66,67	58,35
20	Estância Velha	80	60,00	80	46,67	59,83
21	Gravataí	50	46,67	40	76,67	61,51
22	Gramado	80	80,00	40	56,67	62,15
23	Canela	80	40,00	40	73,33	64,13
24	São Leopoldo	40	60,00	80	73,33	66,17
25	Esteio	30	80,00	0	73,33	55,61
26	Osório	80	80,00	40	76,67	72,31
27	Ivoti	90	93,33	100	56,67	75,11
28	Canoas	60	60,00	80	90,00	78,24
29	Cachoeirinha	30	80,00	100	96,67	82,47
30	Dois Irmãos	100	100,00	80	73,33	83,45

Fonte: Elaboração própria, 2021.

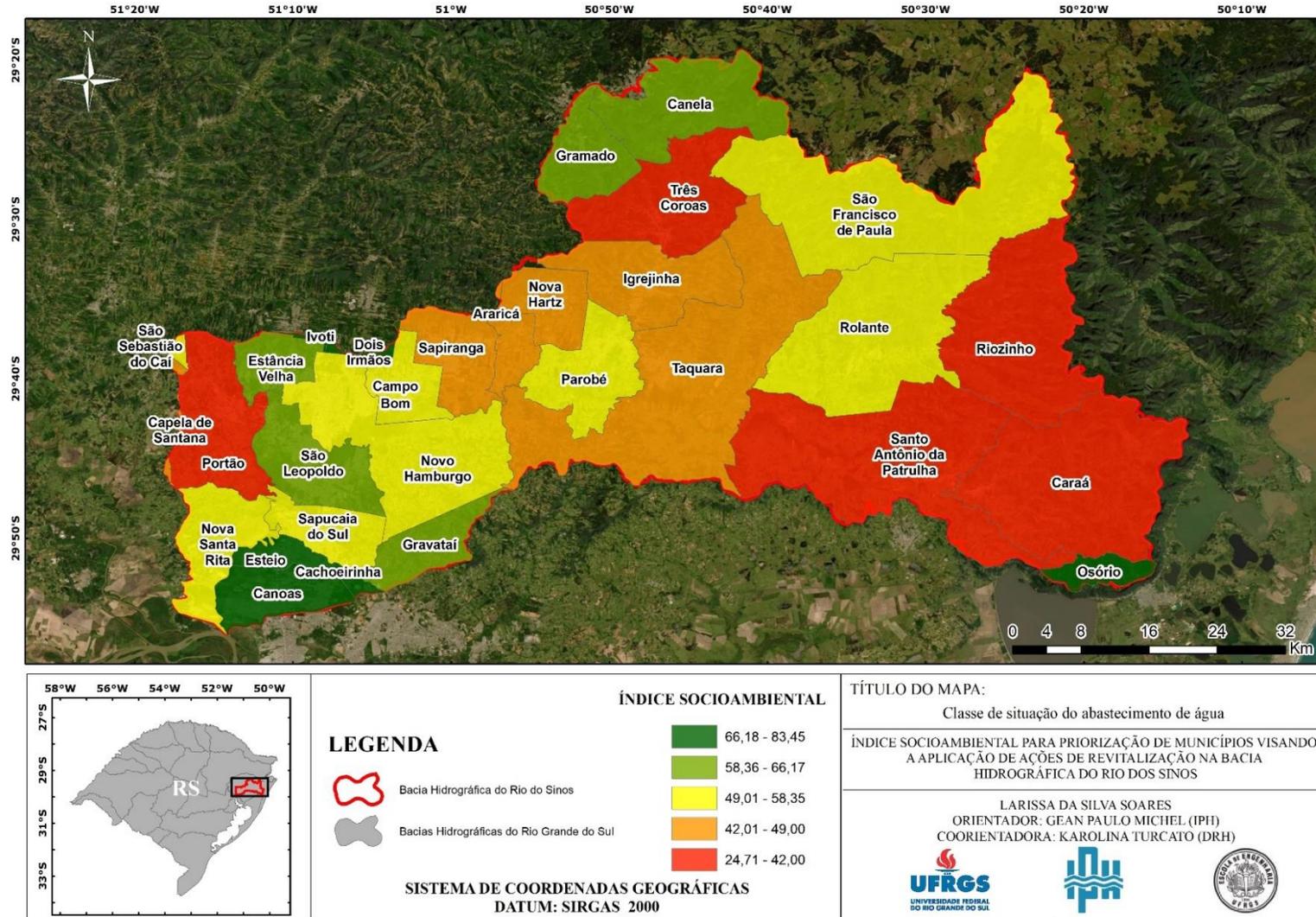


Figura 6.18 - Índice Socioambiental.  
Fonte: Elaboração própria, 2021.



## 6.4 MUNICÍPIOS PRIORITÁRIOS

Neste capítulo será apresentada a análise para os 3 municípios considerados prioritários segundo o índice socioambiental, indicando os fatores que os levaram a ser os mais prioritários e elencando possíveis ações do programa estadual de revitalização de bacias hidrográficas que poderiam levar a melhorias nos critérios considerados na composição do índice. Como forma de validação da metodologia foi realizada entrevista com membros dos órgãos ambientais municipais para discussão sobre os resultados gerados e relação com a realidade dos municípios.

### 6.4.1 CARAÁ

O município de Caraá, localizado na região litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, possui área de 292,5km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte, com o Município de Maquiné; ao sul, Santo Antônio da Patrulha; a leste, com Osório; e a oeste, com Riozinho. Tem como principal característica a agricultura, tendo como produção primária a cana-de-açúcar e consequente fabricação do açúcar mascavo e a cachaça. Possui também a produção de hortigranjeiros como o repolho, a beterraba, o tomate, e a produção de lavouras de médio porte de feijão, milho, arroz, aipim e batata-doce. Caraá é um município tipicamente de minifúndio (BROCH, 2019).

Analisando os resultados da priorização, percebe-se que o município de Caraá obteve valores que indicam prioridade para todos os critérios do índice socioambiental. Segundo o Plano Regional do Saneamento Básico (PRÓSINOS, 2014), Caraá possui predominância de sistemas individuais de tratamento de esgoto a partir de fossas de tratamento primário, graças a grande parte da população do município residir em áreas rurais, o que dificulta também, a distribuição de água e a coleta de resíduos sólidos. Segundo dados do SNIS, mais de 85% da população do município é rural, o que contribui também para a predominância de propriedades rurais que se enquadram em agricultura familiar, cerca de 1.158 propriedades menores que 4 módulos fiscais. Além disso, o município possui registro de 2 comunidades indígenas, Varzinha e Guarani Barra do Ouro, o que o leva a ser considerado como prioritário para aplicação de ações de revitalização de bacias. Outro fator relacionado ao critério de Desenvolvimento Socioeconômico é a alta demanda hídrica do município, principalmente para irrigação e



dessedentação animal, segundo dados retirados do SIOUT RS, além do o município apresentar valores baixos para o PIB per capita e IDESE. Lembrando que os dados do SIOUT são obtidos através do cadastramento dos usuários.

Todos esses fatores contribuem para a priorização do município em comparação com os demais municípios localizados na bacia hidrográfica do rio dos Sinos. O **Quadro 6.1** apresenta o resumo dos resultados, a justificativa correspondente para o diagnóstico e possíveis ações que poderiam ser implantadas pelo Programa Estadual de Revitalização de Bacias que trariam melhorias para os critérios considerados no índice socioambiental.

O Programa Permanente de Educação Ambiental – PPEA, desenvolvido pelo Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (PRÓSINOS), tem o objetivo de promover ações de educação ambiental capazes de impulsionar o debate e participação das comunidades na gestão das águas da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, as atividades são desenvolvidas nas escolas municipais. Dar apoio e fortalecer o PPEA poderia ser uma das ações propostas pelo Programa de Revitalização. O desenvolvimento de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais também poderia ser uma alternativa para melhoria dos recursos hídricos do município, considerando o elevado quantitativo de pequenos produtores que tendem a se interessar mais pelos programas, especialmente, por estarem mais inclinados a práticas ambientalistas e terem uma relação mais afetiva com suas propriedades, e não apenas financeira como é o caso em maioria dos latifundiários.

Para complementar os dados coletados foi realizada entrevista com o Eng. Civil Borges que é responsável na prefeitura de Carará pelas questões relacionadas aos recursos hídricos. O objetivo da entrevista era introduzir as informações relativas ao Programa Estadual de Revitalização de Bacias e investigar a existência de ações em andamento do município que busquem melhorar os aspectos ambientais relacionados aos critérios do índice socioambiental.

O engenheiro destacou que o município está sempre preocupado com a preservação das nascentes, por estar na cabeceira do rio dos Sinos, por isso é necessário que sejam realizadas capacitações com os agricultores para uso sustentável dos recursos hídricos evitando o desperdício e manejo adequado do solo, além do incentivo a não degradação das matas ciliares que protegem as nascentes. Outros pontos destacados na entrevista foi a questão dos programas de educação ambiental que são ou foram

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS	Larissa Soares, IPH/UFRGS 2021	84
---	--------------------------------	----



desenvolvidos pelo Pró-Sinos que poderiam ser fortalecidos ou retomados pelo Programa de Revitalização, sendo eles o Verde-Sinos, Projeto Monalisa e Peixe Dourado. Outro projeto de educação ambiental que está sendo desenvolvido pelo município é em relação ao ecoturismo para fomentar o desenvolvimento sustentável. Outro ponto destacado na entrevista com relação aos critérios do índice socioambiental foi a organização da defesa civil frente à ocorrência de desastres naturais, o sistema de alerta e alarme do município minimiza os danos causados pelos eventos.



Quadro 6.1 - Considerações sobre o município de Caraá.

Critério	Resultado	Justificativa	Propostas
<b>Desenvolvimento Socioeconômico</b>	20,00	Alta demanda hídrica para irrigação e dessedentação animal	Capacitação dos agricultores sobre sistemas de irrigação mais eficientes para reduzir o consumo de água, manejo adequado do solo e proteção às nascentes
		Baixo IDESE	Desenvolvimento de programas de incentivo ao estudo, com ações em escolas rurais, promoção de oficinas para geração de renda alternativas, como reciclagem que ajudaria a resolver o problema do resíduos sólidos também
		Baixo PIB per capita	Incentivar o turismo ecológico do município, visitas na nascente do rio dos Sinos (APA de Caraá), sendo o recurso convertido em saneamento ou reflorestamento; oficinas de boas práticas nas produções agrícolas.
<b>Saneamento</b>	26,67	Sem tratamento da água	Desenvolvimento de ações vinculados ao saneamento rural, estudo de construção de poços comunitários
		Sem dados de esgotamento sanitários	Desenvolvimento de ações vinculados ao saneamento rural, projetos básicos de fossas sépticas, incentivo a controle e divulgação dos dados de esgotamento sanitário
		Sem dados de reciclagem do resíduo e 50% da população atendida com coleta	Desenvolvimento de ações vinculados ao saneamento rural, incentivo a controle e divulgação dos dados de resíduos sólidos, instalação de ecopontos para coleta de resíduos especiais
<b>Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais</b>	0,00	Número alto de propriedades com menos de 4 módulos fiscais	Promoção de oficinas e capacitações com foco na agricultura familiar e sistemas de produção sustentáveis; Desenvolvimento de programas de Pagamento por Serviços Ambientais para conservação de áreas de proteção permanente



Critério	Resultado	Justificativa	Propostas
		Registro de 2 comunidades indígenas	Ações de educação ambiental com residentes não indígenas para valorização e respeito às terras e comunidades indígenas; Promoção de ações de preservação das áreas indígenas
<b>Desastres Naturais</b>	20,00	Registro de 10 eventos de desastres naturais entre 1991 a 2021	Promoção de ações de educação ambiental que tratam dos riscos dos desastres e da necessidade de não ocupação de áreas suscetíveis aos desastres naturais, fortalecimento de ações da defesa civil para preparo em situações críticas; desenvolvimento de programa de gestão de riscos e resposta a desastres; Melhorar o monitoramento hidrológico; Participação da Oficina Regional de Defesa Civil.
		Alta vulnerabilidade	

Fonte: Elaboração própria, 2021.



## 6.4.2 RIOZINHO

O município de Riozinho está localizado na região nordeste do Rio Grande do Sul, sendo limitado ao norte com São Francisco de Paula, ao sul com Santo Antônio da Patrulha e Caraá, ao leste com Maquiné e a oeste com Rolante. Assim como o município de Caraá, Riozinho pertence ao Alto Sinos. Com área de 239,56 km<sup>2</sup> o município não integra a Região Metropolitana de Porto Alegre. Segundo dados estimados do IBGE, possui 4.698 habitantes. O município de Riozinho pertence ao Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) Paranhana-Encosta da Serra, a região possui setor industrial diversificado. Os segmentos mais destacados são de calçado, produtos alimentícios, laticínios, móveis, metalúrgica, madeira e têxteis.

Ao analisar os resultados obtidos para o índice socioambiental, observa-se que o município de Riozinho apresentou valores prioritários para Saneamento e Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais, e valores de média prioridade para Desastres Naturais e Desenvolvimento Socioeconômico. Para os Desastres Naturais, foram registrados 12 eventos de 1991 a 2021, o que é considerado um valor alto, porém com relação ao parâmetro vulnerabilidade o município apresentou valor médio. O desenvolvimento urbano ao longo do Rio Riozinho configura maior risco em termos de ocorrência de inundações. O município não possui sistema de proteção contra cheias com diques, canais e casa de bombas. Riozinho possui 3 comunidades indígenas registradas. Segundo informações do Plano Regional de Saneamento Básico, o município não possui Estação de Tratamento de Esgoto operando, tendo apenas tratamento primário individual a partir de fossas. O abastecimento da água no município alcança cerca de 50% da população, não existindo tratamento de água. Com relação aos resíduos sólidos o município ainda não possui coleta seletiva. Todos esses fatores contribuem para a priorização do município para realização de ações de revitalização. O **Quadro 6.2** apresenta o resumo dos resultados.

O município possui em execução alguns programas de educação ambiental e sanitária desenvolvidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura que poderiam ser apoiados por ações do Programa Estadual de Revitalização de Bacias Hidrográficas, sendo eles:



- Disciplina de Educação Ambiental para alunos da 6ª série nas escolas municipais, atividades de identificação de tipos de solo, agricultura, queimadas, agrotóxicos, identificação da fauna e flora, soluções para conservação da Mata Atlântica, identificar as nascentes dos rios e sua importância para o município, etc;
- Campanha “Limpeza urbana e rural: Nossa cidade é nossa casa”, envolver a comunidade escolar na divulgação de informações relacionadas aos resíduos sólidos para preparar a comunidade para a coleta seletiva;
- Projeto “Educação Ambiental articulada à temática dos resíduos sólidos: ações para preparação da implantação da Coleta Seletiva no município de Riozinho”, promover ações de Educação Ambiental para colaborar com a coleta seletiva.

Com o intuito de complementar os dados coletados, foi realizada entrevista com a subsecretária do Meio Ambiente da Prefeitura de Riozinho, a bióloga Keli Pires. Com relação ao Saneamento a subsecretária informou que o interior do município não é atendido pelo abastecimento de água da CORSAN, e como forma de diminuir os prejuízos causados aos moradores, a Secretaria da Agricultura possui um projeto de instalação de poços comunitários, para evitar que os moradores captem água em locais inadequados e/ou com técnicas inadequadas garantindo também a qualidade da água para uso. Para o esgotamento sanitário foi desenvolvido um projeto de rede coletora a mais de 10 anos, porém não foi implantado pois a CORSAN não vê viabilidade financeira para implementação, visto que seriam poucos contribuintes no município. Uma alternativa que o município encontrou é a execução da limpeza das fossas de tratamento individual pela CORSAN, porém a tratativa ainda está em andamento. Outro fator com relação ao esgotamento sanitário é a fiscalização executada pela Secretaria do Planejamento exigindo sistema fossa, filtro e sumidouro para conceder o Habite-se (Carta de Habitação) para os residentes.

No gerenciamento de resíduos sólidos a prefeitura faz a coleta e envia para aterro sanitário em São Leopoldo, com relação a coleta seletiva o município necessita de caminhões adequados para a execução, visto que os caminhões que o município possui estão deteriorados. Porém, mesmo com a inexistência de coleta seletiva ativa no município, existem programas de educação ambiental que preparam os moradores para o



momento em que houver a segregação do resíduo. A subsecretária destacou que a falta de verba municipal impede que os projetos sejam executados em sua plenitude, no âmbito do saneamento.

Com relação à Educação Ambiental, o município tem várias atividades, a maioria relacionada ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Como o município não tem apartamentos, a maioria das casas possuem um pátio com jardim, o que facilita a realização de compostagem caseira. Os programas do município incentivam a compostagem e informam a maneira correta de realizar. A prefeitura recentemente executou a arborização urbana da cidade o que aproxima os moradores da natureza e instiga o pensamento da proteção ambiental. Outro projeto que a prefeitura tem o objetivo de implementar é uma espécie de moeda verde, a partir da destinação de resíduos eletrônicos, por exemplo, o morador receberia uma moeda que poderia ser utilizada para desconto nos produtos da feira municipal.

Está sendo desenvolvido um Plano de Desenvolvimento das Comunidades Rurais que foi uma alternativa compensatória do município ao Ministério Público após uma denúncia de corte inadequado da vegetação por produtores rurais do município. Com relação a realização de capacitações sobre o uso sustentável da água e manejo adequado do solo e resíduos nas áreas rurais, a EMATER realiza ações com os produtores que poderiam ser apoiadas e fortalecidas pelo Programa de Revitalização.

Por fim, o último assunto abordado com a subsecretária foi a questão dos desastres naturais e o nível de organização da defesa civil municipal. Ela destacou que a defesa civil não está organizada e preparada para os eventos extremos que venham a ocorrer no município, é necessário realizar uma reestruturação e diversas capacitações. Um ponto positivo com relação ao gerenciamento dos desastres é que neste ano, o município recebeu a instalação do Corpo de Bombeiros Voluntários, que darão suporte à defesa civil.



Quadro 6.2 - Considerações sobre o município de Riozinho.

Critério	Resultado	Justificativa	Propostas
<b>Desenvolvimento Socioeconômico</b>	46,67	Baixo IDESE	Desenvolvimento de programas de incentivo ao estudo, com ações em escolas rurais, promoção de oficinas para geração de renda alternativas, como reciclagem que ajudaria a resolver o problema do resíduos sólidos também
		Baixo PIB per capita	Incentivar o turismo ecológico do município, visitas às cascatas do Chuvisqueiro e Cascatas das Três Quedas, sendo o recurso convertido em saneamento ou reflorestamento; oficinas de boas práticas nas produções agrícolas.
<b>Saneamento</b>	26,67	Sem tratamento da água	Projeto básico de Estação de Tratamento de Água, estruturação do programa de busca por poços da Secretaria da Agricultura estudo das disponibilidades subterrâneas
		Sem esgotamento sanitário	Desenvolvimento de ações vinculadas ao saneamento rural, Projeto básico de estação de tratamento de esgoto, projetos básicos de fossas sépticas
		50% da população atendida com coleta, sem coleta seletiva	Fortalecimento dos programas de educação ambiental já em vigor no município para preparo a coleta seletiva., promoção da instalação de ecopontos, moeda verde, fornecimento de composteiras para moradores
<b>Agricultura Familiar e Comunidades Tradicionais</b>	20,00	Número médio de propriedades com menos de 4 módulos fiscais	Promoção de oficinas e capacitações com foco na agricultura familiar e sistemas de produção sustentáveis;  Desenvolvimento de programas de Pagamento por Serviços Ambientais para conservação de áreas de proteção permanente, capacitações em parceria com a EMATER
		Registro de 3 comunidades indígenas	Ações de educação ambiental com residentes não indígenas para valorização e respeito às terras e comunidades indígenas; Promoção de ações de preservação das áreas indígenas



Critério	Resultado	Justificativa	Propostas
<b>Desastres Naturais</b>	40,00	Registro de 12 eventos de desastres naturais entre 1991 a 2021	Promoção de ações de educação ambiental que tratam dos riscos dos desastres e da necessidade de não ocupação de áreas suscetíveis aos desastres naturais, fortalecimento de ações da defesa civil para preparo em situações críticas; desenvolvimento de programa de gestão de riscos e resposta a desastres, capacitações para os membros da defesa civil e corpo de bombeiros
		Média vulnerabilidade	

Fonte: Elaboração própria, 2021.



### 6.4.3 TRÊS COROAS

O município de Três Coroas está localizado na região do nordeste do Rio Grande do Sul, tendo área de 185,5 km<sup>2</sup>, é limitado ao norte com Canela, ao sul com Igrejinha, a leste com São Francisco de Paula e Taquara e a oeste com Santa Maria do Herval e Gramado. Na geração de renda os segmentos mais destacados são de calçado, produtos alimentícios, laticínios, móveis, metalúrgica, madeira e têxteis.

Os resultados do índice demonstraram que o município de Três Coroas é considerado prioritário para aplicação das ações do Programa de Revitalização. O determinante para a prioridade é o saneamento. Segundo os dados disponíveis do SNIS, nem 1% da população tem acesso à coleta de resíduos sólidos e os dados de esgotamento sanitário não estão registrados no banco de dados. Os outros critérios foram considerados razoáveis para o município. A disponibilidade de dados no SNIS definiu a prioridade do município, ou seja, garantir que os dados estejam atualizados na plataforma é uma das formas do município melhorar a gestão.

Em entrevista com o Fernando Soares, biólogo do setor de licenciamento ambiental da Secretaria de Meio Ambiente de Três Coroas, foi destacada a dificuldade do município em atender a todas as demandas ambientais, que acaba limitando a quantidade de ações que conseguem colocar em andamento para melhorar a gestão dos recursos naturais do município. O setor de licenciamento ambiental é muito ativo com relação às questões de reposição florestal e proteção das Áreas de Proteção Permanentes. O saneamento do município tem grandes deficiências. No caso do abastecimento de água, apenas o perímetro urbano é atendido pela CORSAN, segundo o SNIS 64% da população possui abastecimento de água. Ficando o abastecimento na região rural dependente da utilização de poços comunitários, ou seja, necessita-se a realização de estudos com relação à disponibilidade hídrica subterrânea e o monitoramento da qualidade, para garantir que os moradores da área rural estejam recebendo água com a qualidade adequada para seus usos. No esgotamento sanitário, o biólogo acredita que a maioria das propriedades rurais não possuem sequer tratamento primário individual.

No **Quadro 6.3** são apresentadas algumas alternativas para melhoria dos critérios Saneamento e Agricultura Familiar, que foram os critérios que tornaram o município prioritário.

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS	Larissa Soares, IPH/UFRGS 2021	93
---	-----------------------------------	----

Quadro 6.3 - Considerações sobre o município de Três Coroas.

Critério	Resultado	Justificativa	Propostas
<b>Saneamento</b>	30,00	Sem abastecimento para a área rural	Desenvolvimento de ações vinculados ao saneamento rural, estudos da qualidade da água subterrânea
		Sem dados de esgotamento sanitários	Desenvolvimento de ações vinculados ao saneamento rural, projetos básicos de fossas sépticas, incentivo a controle e divulgação dos dados de esgotamento sanitário, fortalecimento de medidas fiscalizatórias para controle dos lançamentos
		Sem dados de reciclagem do resíduo e 50% da população atendida com coleta	Desenvolvimento de ações vinculados ao saneamento rural, programas de educação ambiental para reciclagem de resíduos como a compostagem, criação de alternativa para resíduos da construção civil envio para reciclagem, fortalecimento da criação de cooperativas de reciclagem com capacitações, etc
<b>Agricultura Familiar</b>	20,00	Número alto de propriedades com menos de 4 módulos fiscais	Promoção de oficinas e capacitações com foco na agricultura familiar e sistemas de produção sustentáveis; Desenvolvimento de programas de Pagamento por Serviços Ambientais para conservação de áreas de proteção permanente

Fonte: Elaboração própria, 2021.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma metodologia de priorização para aplicação de ações de revitalização de bacias hidrográficas deve considerar os mais diversos fatores envolvidos, tentando ao máximo representar com detalhe a complexidade da interação humanidade e natureza das áreas de estudo. Por isso a necessidade de avaliação considerando degradação física das bacias e organização dos comitês e municípios somada ao índice socioambiental desenvolvido.

Uma grande dificuldade na quantificação de indicadores é a falta de dados atualizados e consolidados, o que limita muitas vezes o detalhamento das informações, porém essa é uma realidade que provavelmente não vai mudar em um curto período, então resta aos gestores concentrar os esforços em diagnosticar em grande escala as dificuldades dos municípios para após encontrados os locais mais críticos centrar a análise com maior detalhamento. Esse é o objetivo do índice socioambiental, localizar os municípios mais críticos, em uma análise macro, nos quais posteriormente deve ser realizado uma pesquisa mais localizada investigando as ações e propostas a serem implementadas.

A partir da realização deste trabalho, conclui-se que:

- Os especialistas da área de recursos hídricos consideram dentro do índice socioambiental o saneamento o principal critério a ser considerado para aplicação de ações de revitalização de bacias hidrográficas, conclusão dada após realização da consulta pelo método AHP;
- É importante incentivar que os gestores disponibilizem e atualizem os dados socioambientais de seus municípios para que as pesquisas possam representar com veracidade os indicadores, bem como, seja possível a elaboração de políticas públicas (em âmbito nacional, estadual e municipal) que tenham maior eficiência e eficácia;
- Dentre os municípios localizados na bacia do rio dos Sinos, percebe-se que os prioritários estão em maioria localizados na cabeceira da bacia, o que indica que as ações do programa devem concentrar esforços nesta região, podendo incluir o monitoramento da qualidade e quantidade da água nesses locais;



- É extremamente necessário que antes da aplicação das ações os gestores municipais sejam consultados para verificação não só das ações em andamento no município, mas também de possíveis limitações que não estejam diagnosticadas nos indicadores e que inviabilizariam possíveis alternativas.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, M. 2005. **Diagnóstico ambiental pode orientar políticas públicas. Pesquisa desenvolvida no Instituto de Geociência avalia condições da bacia do ribeirão Anhumas.** Jornal da UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas - 28 de fevereiro a 6 de março de 2005. p 11 - 11.

ANA. Agência Nacional de Águas. 2020. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil**, Informe de 2020.

ANDRADE, D. C., & ROMEIRO, A. R. 2011. **Degradação ambiental e teoria econômica: algumas reflexões sobre uma “economia dos ecossistemas.** *Economia*.

BARROS, K. L. C.; JUNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, A. L.; BARROS, V. C. C.; BASSO, V. M.; CARVALHO, A. G. 2018. **A proteção de nascentes para conservação dos recursos hídricos em atenção à nova lei florestal.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 5, n. 10.

BASSAN, Dilani Silveira; DA SILVA, Julio Cesar Dorneles. 2020. **Indicadores de saneamento básico da bacia hidrográfica do rio dos Sinos.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 8, n. 4.

BORGES, L.A.C. et al. 2009. **Evolução da Legislação Ambiental no Brasil.** Rama: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, PR, v.2.

BORJA, Patrícia Campos. 2004. **Política de saneamento, instituições financeiras internacionais e megaprogramas: um olhar através do Programa Bahia Azul.** 400f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

BRANCO, Samuel Murgel. 1997. **O meio ambiente em debate.** São Paulo: Moderna, 95p. (Coleção Polêmica).

BRASIL. **Decreto nº 24.643 - Código das Águas**, de 10 de julho de 1934.



BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**.

BRASIL. **Lei nº 9.433 - Lei das Águas**, de 8 de janeiro de 1997.

BRASIL. **Lei nº 9.605 - Lei de crimes ambientais**, de 12 de fevereiro de 1998.

BRASIL. **Lei nº 9.795**, de 27 de abril de 1999.

BRASIL. **Lei nº 9.984**, de 17 de julho de 2000.

BRASIL. **Lei nº 11.326**, de 24 de julho de 2006.

BRASIL, **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.651 - Código Florestal**, de 25 de maio de 2012.

BRASIL. **Lei nº 14.199**, de 2 de setembro de 2021.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. 2016. **Portaria Interministerial nº 424**, de 30 de dezembro de 2016, Brasília, DF.

BROCH, Suélen Mrás. 2019. **Estratégias para desenvolvimento local através de cadeias agroalimentares curtas no município de Caraá/RS**.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. 2020. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil**. Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 42.

CASTRO, A. L. C. 1998. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil. 283 p.

CASTRO, L. C. 2005. **A gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Alto Iguacu – PR**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.



CEDEP UFSC. 2013. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012, Volume Brasil** 2ª edição, Florianópolis.

CUNHA, D. G. F.; SABOGAL-PAZ, L. P.; DODDS, W. K. 2016. **Land use influence on raw surface water quality and treatment costs for drinking supply in São Paulo State (Brazil)**. Ecological Engineering, v.94, p.516-524.

DE OLIVEIRA, Ana Maria Soares. 2002. **Relação homem/natureza no modo de produção capitalista**. PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho, v. 3.

DI BALDASSARRE, G., SIVAPALAN, M., RUSCA, M., CUDENNEC, C., GARCIA, M., KREIBICH, H., et al. 2019. **Sociohydrology: Scientific challenges in addressing the sustainable development goals**. Water Resources Research, 55.

FREITAS, Carlos Machado de et al. 2014. **Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 19, p. 3645-3656.

GOEPEL, K.D. 2018. **Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS)**. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, Vol. 10.

GOERL, Roberto Fabris. **Estudo de inundações em Rio Negrinho–SC: sob a ótica dos desastres naturais**. 2010. 103 f. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HERCOWITZ, Marcelo; MATTOS, Luciano; SOUZA, Raquel Pereira. Estudo de caso sobre serviços ambientais. in NOVION, Henry; VALLE, Raul do. 2008. **É pagando que se preserva? Subsídios para políticas de compensação por serviços ambientais**. Documentos do Instituto Socioambiental. Brasília.

IBGE. 2019. **Base de Informações sobre os Povos Indígenas e Quilombolas**.

INEA - Instituto Estadual do Meio Ambiente/RJ. 2019. **Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro**.



JANNUZZI, Paulo de Martino. 2004. **Indicadores Sociais na Formulação e Avaliação de Políticas Públicas.**

JARDIM, Mariana H.; BURSZTYN, Maria A. 2015. **Pagamento por Serviços Ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG).** Revista Eng. Sanit. Ambiental

MACHADO, A. T. M. 2008. **A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco.** Estudos avançados, v. 22, n. 63, p. 195-210.

MARIANO, Zilda Fátima et al. 2011. **A relação homem-natureza e os discursos ambientais.** Revista do Departamento de Geografia, v. 22, p. 158-170.

MARINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela de Oliveira; BARROS, Magno da Silva. 2009. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais—um estudo de caso.** XLI SBPO, v. 1.

MILLIENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA), 2009. **Overview of the Millennium Ecosystem Assessment.**

MORAIS, W. A.; ALVES, W. S.; ROQUE, R. C.; SILVA, F. H.; SILVA, H. T. F.; PEREIRA, M. A. B. 2019. **Educação ambiental por meio de práticas de avaliação da qualidade da água para a conservação dos recursos hídricos.** Global Science and Technology, Rio Verde, v.12, n.01, p.133-149.

MURADIAN, Roldan et al. Reconciling theory and practice: 2010. **An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services.** Ecological economics, v. 69, n. 6, p. 1202-1208.

PRÓ-SINOS, KEYASSOCIADOS. 2016. **Planos municipais e plano regional de saneamento básico dos municípios do Consórcio Pró-Sinos.** Subproduto 2.6. Situação do esgotamento sanitário. São Leopoldo, Pró-Sinos.

PRÓ-SINOS, Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. 2014. **Relatório**

ÍNDICE SOCIOAMBIENTAL PARA PRIORIZAÇÃO DE MUNICÍPIOS VISANDO A APLICAÇÃO DE AÇÕES DE REVITALIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS	Larissa Soares, IPH/UFRGS 2021	100
---	--------------------------------	-----



da atividade 3.3 – Síntese da situação atual – Meta 3 – Diagnóstico da Bacia do Rio dos Sinos. São Leopoldo, Pró-Sinos.

RAMOS, C. S.; SANCHEZ, M. C. 2000. **Estudo metodológico de classificação de dados para cartografia temática**. Geografia, v. 25, n. 2, p. 23-52.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10.350**, de 30 de dezembro de 1994.

ROGERS, P.; HALL, A. W. 2003. **Effective water governance**. In: **GLOBAL WATER PARTNERSHIP TECHNICAL COMMITTEE (TEC)**. TEC Background Papers. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership, p. 2-44.

SALVATO, Joseph A.; NEMEROW, Nelson L.; AGARDY, Franklin J. 2003. **Environmental Engineering**. 5ª edição, New Jersey, John Wiley & Sons.

SANTOS, C. R. 2008. **Diagnóstico ambiental e uma proposta de uso da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro – Uberlândia/ MG**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura. 2020. **PROGRAMA ESTADUAL DE REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO GRANDE DO SUL - Projeto Detalhado**. Disponível em: ...

SERETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO. 2021. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>

SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. 2021. **Shapefiles com as propriedades cadastradas dos municípios localizados na bacia do Rio dos Sinos**. Disponível em <https://www.car.gov.br/#/>

SIEDENBERG, Dieter Rugard. 2003. **Índices de desenvolvimento socioeconômico, uma síntese**. Revista Desenvolvimento em questão, Editora Unijuí.



SILVA JÚNIOR, R. O. S.; COELHO. M. F. C. 2005. **Instrumentos legais pertinentes a gestão de solo e da água urbanos e sua inserção nas políticas públicas.** Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 2, n. 2, p. 17-26.

SILVA, Julio Cesar Dornelles da. 2019. **BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS: SOCIEDADE, TERRITÓRIO E LIMITES DOS USOS DA ÁGUA.** X Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional.

SILVA, M. P.; SANTOS, F. M.; LEAL, A. C. 2016. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Córrego da Olga, UGRHI Pontal do Paranapanema – São Paulo.** Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 409-428.

SIVAPALAN. M.; SAVENIJE, H.H.G.; BLÖSCHL, G. (2012). **Socio-hydrology: A new science of people and water.** Hydrological Processes 26, pp. 1270 – 1276.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2019. **Séries Históricas - Municípios.** Disponível em:<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

SNSH. Secretaria Nacional de Segurança Hídrica. 2019. **Manual de Apresentação de Propostas aos Programas da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica,** Brasília, DF.

VANELLI, F. M. & KOBİYAMA, M. 2021. **How can socio-hydrology contribute to natural disaster risk reduction?** Hydrological Sciences Journal, 66:12, 1758-1766, DOI: 10.1080/02626667.2021.1967356

VEIGA NETO, F.C. 2008. **A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

VEYRET, Y. 2007. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto.

ZILBERMAN, D.; LIPPER, L; MCCARTHY, N. 2006. **Putting Payments for Environmental Services in the Context of Economic Development.** ESA Working Paper No. 06-15. Agricultural and Development Economics Division. The Food and Agriculture Organization of the United Nations.



WAGENER, T.; SIVAPALAN, M.; TROCH, P.A.; MCGLYNN, B.L.; HARMAN, C.J.; GUPTA, H.V.; KUMAR, P.; RAO, P.S.C.; BASU, N.B.; WILSON, J.S. 2010. **The future of hydrology: An evolving science for a changing world.** Water Resources Research 46: W05301.